

Miljøgifter i elektrisk og elektronisk avfall

Janne Yttermo Blomli

Kjemi

Innlevert: Mai 2013

Hovedveileder: Trond Peder Flaten, IKJ

Medveileder: Rolf Tore Ottesen, NGU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for kjemi

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på min mastergrad i Naturmiljø- og analytisk kjemi ved Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet, NTNU. Jeg vil takke mine veiledere, Trond Peder Flaten og Rolf Tore Ottesen, samt alle som har lest gjennom oppgaven underveis og gitt meg nyttige tilbakemeldinger. Takk til Elise for samarbeidet!

Trondheim 29. Mai 2013

Janne Yttermo Blomli

Sammendrag

Produksjonen av elektriske og elektroniske (EE) produkter øker globalt, og dermed øker også mengden EE-avfall betydelig. Eksempler på EE-produkter er TV-apparater, mobiltelefoner, datamaskiner, komfyrer, kabler og ledninger. Slikt avfall inneholder både verdifulle metaller og potensielle miljøgifter som bly, kvikksølv, kadmium, PBDE og PCB. Globalt sett havner det meste av EE-avfall på søppelfyllinger, men Norge ligger på verdenstoppen når det gjelder innsamling og gjenvinning. Innholdet av miljøskadelige stoffer i EE-avfall er viktig å studere på grunn av stadig endring i sammensetning av denne avfallsstrømmen.

Fraksjoner av EE-avfall, som kretskort, bromert plast, CRT-støv og støv fra prosessen ved gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS, samt fraksjoner av mobiltelefoner, ble i denne studien analysert for innhold av ulike grunnstoffer (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn) og organiske miljøgifter (PCB-er og bromerte flammehemmere, inkludert PBDE-er og TBBPA). I tillegg ble en prøve av støv fra overflater i gjenvinningsanlegget undersøkt. Alle prøver ble sendt til akkrediterte laboratorier for analyse. Det ble sett nærmere på avfallsstrømmer ved WEEE Recycling AS; de ulike fraksjonene av farlig avfall sendes til forbrenning med energigjenvinning, destruksjon eller deponi.

I noen av de undersøkte fraksjonene av EE-avfall er det funnet store mengder metaller, særlig kobber, nikkel, bly, sink og krom; konsentrasjonene overskrider ofte grenseverdier for farlig avfall. Det ble også funnet organiske miljøgifter som bromerte flammehemmere (inkludert TBBPA) og PCB, men oftest ikke i konsentrasjoner over grenseverdier for farlig avfall. Konsentrasjonene av de ulike stoffene varierer sterkt mellom de ulike fraksjonene av EE-avfall. Det er påvist små mengder PCB i nesten alle fraksjoner analysert for dette, inkludert i prøvene av mobiltelefoner. I støvprøven ble det påvist bromerte flammehemmere, med særlig høy konsentrasjon av TBBPA, og mengden bly overskrider grenseverdien for farlig avfall.

EE-avfall inneholder mange miljø- og helseskadelige stoffer som bør behandles på en forsvarlig måte for å unngå at disse slipper ut til miljøet. På grunn av stadig endring i sammensetningen av EE-avfallsstrømmen er det nødvendig med kontinuerlig undersøkelse av denne typen avfall for å overvåke bruken av skadelige stoffer i EE-produkter. For å fastslå om gjenvinning av EE-avfall utgjør en risiko for miljøet og befolkningen rundt resirkuleringsanlegg, trengs det overvåking rundt slike anlegg. Resultater for støvprøven indikerer at det er nødvendig med videre undersøkning av arbeidsmiljø ved denne typen anlegg.

Abstract

The production of electrical and electronic (EE) products is rapidly increasing globally, thus the EE-waste is also increasing. Common EE-products are televisions, mobile phones, computers, stoves, cables and cords. These waste products contain valuable metals as well as potential environmental contaminants like lead, mercury, cadmium, polychlorinated biphenyls (PCB) and brominated flame retardants like polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and tetrabromobisphenol A (TBBPA). Globally, the majority of EE-waste ends up in landfills, but Norway is one of the pioneer countries in collecting and recycling EE-waste. It is important to continually monitor the levels of contaminants in EE-waste, because the composition of this waste stream is changing over time.

Fractions of EE-waste, including printed circuit boards, brominated plastics, CRT-dust and dust from the process at the recycling plant WEEE Recycling AS, as well as fractions of mobile phones, were analyzed for their contents of various elements (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn) and organic pollutants (PCBs and brominated flame retardants, including PBDEs and TBBPA). A dust sample from the inside surfaces of the recycling plant was examined, and all samples were sent to accredited laboratories for analysis. The waste-stream of WEEE Recycling AS was also studied; the different fractions of hazardous waste were sent to different sites for incineration with energy production, destruction or landfills.

In some of the examined fractions large amounts of metals were found, especially copper, nickel, lead, zinc and chromium; the concentrations often exceeded the limit values for hazardous waste. Organic contaminants, like PBDEs (including TBBPA) and PCBs were also found, but in most cases the amounts did not exceed the limit values for hazardous waste. The concentrations of the studied compounds varied strongly between the different fractions of EE-waste. Small amounts of PCBs were found in nearly all fractions analyzed for this, including mobile phones. In the dust sample brominated flame retardants were found, with a particularly high concentration of TBBPA. The level of lead in this sample exceeded the limit value for hazardous waste.

EE-waste contains an array of environmental contaminants that ought to be handled correctly to avoid human and environmental exposure. Because of the constant change in composition of EE-waste, it is important to keep analyzing it to monitor the amounts of harmful substances in EE-products.

Forkortelser og terminologi

ABS – akrylnitril-butadien-styren (plast)

BFH – bromerte flammehemmere

BPA – bisfenol A

CRT – cathode ray tube (katodestrålerør)

EE – elektrisk og elektronisk

KFK – klor-fluor-karbon

Klif – Klima- og forurensningsdirektoratet

LCD – liquid crystal display (flytende krystall-skjerm)

NGU – Norges geologiske undersøkelse

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development
(Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling)

PBDE – polybromerte difenyletere

PCB – polyklorerte bifenyler

PVC – polyvinylklorid (plast)

Shredder – automatisert metallkvern som maler opp avfallet i mindre biter

Shredding – prosess som går ut på å kverne ned avfall

Shredderfluff – nedkvernet materiale som kommer ut av en shredder

TBBPA – tetrabrombisfenol A

WEEE – waste electrical and electronic equipment

Innholdsliste

FORORD	I
SAMMENDRAG	III
ABSTRACT	IV
FORKORTELSER OG TERMINOLOGI	V
INNHOLDSLISTE	VII
1. INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 MÅL MED OPPGAVEN	2
1.3 OPPGAVENS STRUKTUR	2
2. ELEKTRISK OG ELEKTRONISK AVFALL	3
2.1 PRODUKTGRUPPER	3
2.2 MATERIALSAMMENSETNING	4
2.3 DIREKTIVER OG REGULERINGER	5
2.4 MOBILTELEFONER SOM AVFALL	6
3. MILJØGIFTER I ELEKTRISK OG ELEKTRONISK AVFALL	9
3.1 MATERIALER OG KOMPONENTER MED MILJØGIFTER	9
3.2 LØSELIGHET OG BIOTILGJENGELIGHET	11
3.3 UTVALGTE MILJØGIFTER	12
3.3.1 Bromerte flammehemmere	12
3.3.2 Polyklorete bifenyler (PCB)	13
3.3.3 Metaller i EE-avfall	14
4. HÅNDTERING AV ELEKTRISK OG ELEKTRONISK AVFALL I NORGE	17
4.1 INNSAMLING OG FORBEHANDLING	17
4.2 SLUTTBEHANDLING	18
4.3 HÅNDTERING AV FARLIG AVFALL	19
4.4 INTERNASJONALE ASPEKTER	22
5. MILJØ- OG HELSEASPEKTER VED GJENVINNING AV ELEKTRISK OG ELEKTRONISK AVFALL	25
5.1 RESIRKULERING	26
5.2 DEPONERING	28
5.3 FORBRENNING	28
6. METODE	31
6.1 GJENVINNINGSANLEGGET WEEE RECYCLING AS	31
6.1.1 Avfallsstrømmer hos WEEE Recycling AS	32
6.2 PRØVETAKING OG PRØVER	36
6.2.1 Kretskort, bromplast og «E-kjøring»	38
6.2.2 Støv fra E-kjøring («fines»), filterstøv og CRT-støv	40
6.2.3 Grovmalt shredderfluff	40
6.2.4 Mobiltelefoner	42
6.2.5 Støvprøver	43
7. RESULTATER OG DISKUSJON	45

7.1. KRETSKORT, BROMPLAST OG E-KJØRING	45
7.1.1 Kretskort	45
7.1.2 Bromplast	47
7.1.3 «E-kjøring».....	48
7.2 STØV FRA E-KJØRING (FINES), FILTERSTØV OG CRT-STØV	49
7.2.1 Støv fra «E-kjøring» (fines)	49
7.2.2 Filterstøv	49
7.2.3 CRT-støv.....	51
7.3 GROVMALT SHREDDERFLUFF	51
7.4 MOBILTELEFONER.....	52
7.4.1 Mobiltelefon shredderfluff.....	52
7.4.2 Mobiltelefoner (uten batteri).....	54
7.4.3 Batterier fra mobiltelefoner.....	55
7.4.4 Deksel til mobiltelefoner	57
7.4.5 Generell diskusjon mobiltelefoner	58
7.5 STØVPRØVE	58
7.6 OPPSUMMERING	60
REFERANSELISTE	63

Vedlegg 1. Beskrivelse av metode for prøvetaking hos WEEE Recycling AS

Vedlegg 2. Analyserapport Eurofins AS (Prøve 1-3)

Vedlegg 3. Analyserapport ActLab Ltd. (Prøve 1-3)

Vedlegg 4. Analyserapport Eurofins AS (Prøve 4 og 5)

Vedlegg 5. Analyserapport Eurofins AS (Prøve 1a, 2a-c, M7, M9-10, M3-4 og M12-13)

Vedlegg 6. Analyserapport Eurofins AS (Prøve R1-8, 6 og S1)

Vedlegg 7. Analyserapport Eurofins AS (Prøve M1-2)

Vedlegg 8. Analyserapport ActLab Ltd. (Prøve M1-2)

Vedlegg 9. Analyserapport Eurofins AS (Prøve M5 og M11)

Vedlegg 10. Analyserapport Eurofins AS (Prøve M6 og M8)

1. Innledning

Denne oppgaven tar for seg miljøskadelige stoffer i utvalgte fraksjoner av elektrisk og elektronisk (EE) avfall. Oppgaven ser også på håndteringen av EE-avfall i Norge gjennom å se nærmere på hva som gjøres ved et gjenvinningsanlegg utenfor Trondheim og hvordan farlig avfallsfraksjoner tas hånd om her.

I 2011 tildelte Elretur AS - et selskap som driver med innsamling og gjenvinning av EE-avfall - en miljøpris på totalt 735 000 kroner til prosjekter som kan bidra positivt til deres virksomhet. Pengene ble delt mellom Elektronikkbransjen, Østfoldforskning og seniorforsker Rolf Tore Ottesen ved Norges geologiske undersøkelse (NGU) for oppstart av prosjektet «Urban mining» (Gire Dahl, 2012). Dette prosjektet ville se nærmere på om det er mulig å gjenvinne sjeldne jordartsmetaller fra EE-avfall. Denne masteroppgaven er en del av dette prosjektet, men med fokus på miljø- og helseskadelige stoffer i EE-avfall.

1.1 Bakgrunn

Elektrisk og elektronisk avfall er betegnelsen på kasserte elektriske og elektroniske produkter som bruker eller leder strøm, enten det er fra strømnettet eller fra batteri . I avfallsforskriften beskrives EE-produkter som

«produkter og komponenter som er avhengige av elektrisk strøm eller elektromagnetiske felt for korrekt funksjon, samt utrustning for generering, overføring, fordeling og måling av disse strømmene og felt, herunder omfattes de deler som er nødvendige for avkjøling, oppvarming, beskyttelse m.m. av de elektriske eller elektroniske delene» (Miljøverndepartementet, 2004)

Eksempler på elektriske og elektroniske produkter er TV-apparater, datamaskiner, lysstoffrør, komfyrer, støvsugere, mobiltelefoner, kabler og ledninger. Betegnelsen E-avfall beskriver elektronisk avfall som datamaskiner, TV-apparater og mobiltelefoner, mens betegnelsen EE-avfall også inkluderer tradisjonelle ikke-elektroniske produkter som kjøleskap og komfyrer (Robinson, 2009).

I tillegg til verdifulle materialer, er EE-avfall en kilde til mange miljøgifter som kan ha negative helse- og miljøeffekter dersom de slipper ut i naturen. Det finnes også lite data på hvordan resirkulering av EE-avfall virker inn på arbeidere innenfor slike yrker, og det er en mangel på studier som vurderer mulig effekt på det ytre miljøet (Tsydenova og Bengtsson, 2011). Mange av de miljø- og helseskadelige stoffene i EE-avfall kan i tillegg spres med luft- eller havstrømmer dersom de slipper ut, og dermed gjøre skade, ikke bare nær utslippsstedet, men også over lengre avstander. Miljøgifter bør derfor håndteres på en forsvarlig måte når EE-produkter kasseres.

Det finnes en del, men ikke mye, data på innholdet av miljøfarlige stoffer i EE-avfall, men sammensetningen av dette avfallet er i rask og kontinuerlig endring. Det er derfor viktig med kontinuerlige undersøkelser av denne avfallsstrømmen. Systematiske studier av miljøfarlige stoffer i EE-avfall er ikke utført i Norge, og dette er bakgrunnen for at denne masteroppgaven ble utført.

1.2 Mål med oppgaven

Hovedmålet med denne oppgaven er å undersøke hvilke miljøgifter som finnes i utvalgte fraksjoner av elektrisk og elektronisk avfall, blant annet kretskort, bromert plast og mobiltelefoner. I tillegg studeres avfallsstrømmene ved gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS for å få en oversikt over hva som skjer med de ulike EE-avfallsfraksjonene, og støv fra overflater inne i gjenvinningsanlegget analyseres for å få en indikasjon på helseskadelige stoffer i arbeidsmiljøet.

1.3 Oppgavens struktur

I kapittel 2 blir det gitt en introduksjon til elektrisk og elektronisk avfall og dette avfallets sammensetning, samt lovverk knyttet til EE-avfall. Her blir det også sett nærmere på mobiltelefoner som avfall.

Kapittel 3 gir en kort oversikt over miljøgifter i EE-avfall, hvor fokuset ligger på i hvilke materialer og komponenter miljøskadelige stoffer finnes. Her ses det også nærmere på noen av de viktigste metallene (bly, kobber, kadmium, kvikksølv) og organiske miljøgiftene (bromerte flammehemmere og polyklorerte bifenyler).

Kapittel 4 tar for seg håndtering av EE-avfall i Norge, med fokus på behandling av farlig avfall. I slutten av kapitlet ses det også på eksport av EE-avfall til utviklingsland, og hvordan EE-avfall ofte håndteres her.

Kapittel 5 ser på miljø- og helseaspekter ved gjenvinning av EE-avfall. Her blir farer og risiko forbundet med ulike behandlingsmetoder som resirkulering, forbrenning og deponering presentert og diskutert.

Kapittel 6 starter med bakgrunn for metoden ved å presentere gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS, hvor hoveddelen av prøvene av EE-avfall ble tatt. Mer detaljert beskrivelse av EE-fraksjoner samt avfallsstrømmer ved gjenvinningsanlegget presenteres. Deretter følger beskrivelse av selve metoden, hvor prøvetaking og prøver som er tatt beskrives i detalj.

I kapittel 7 presenteres resultatene for alle prøvene, samt fortløpende diskusjon av disse. Til slutt gir en oppsummerende diskusjon med forslag til videre studier.

2. Elektrisk og elektronisk avfall

Produksjonen av elektriske og elektroniske (EE) produkter øker globalt, og dermed øker også mengden EE-avfall betydelig (Cui og Forssberg, 2003). Av alt avfall produsert i Europa, er EE-avfall den avfallstypen som vokser raskest med en andel på omtrent 8 %. I 2006 estimerte FNs miljøprogram (UNEP) at den globale produksjonen av EE-avfall lå mellom 20-50 millioner tonn per år; dette tilsvarer mer enn fem prosent av alt kommunalt avfall . Den største andelen EE-avfall er produsert av OECD-landene (Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling) men store mengder produseres også i Kina og India (Gire Dahl og Lyng, 2011).

Globalt sett havner størstedelen av EE-avfall på søppelfyllinger (Robinson, 2009). Norge ligger på verdenstoppen når det gjelder innsamling og gjenvinning av EE-avfall; i gjennomsnitt blir 90 % gjenvunnet (Gire Dahl, 2012). Den kjemiske sammensetningen av EE-avfall endres stadig med utviklingen av ny teknologi og med press fra miljøorganisasjoner for å finne alternativer til miljøskadelige stoffer (Robinson, 2009).

2. 1 Produktgrupper

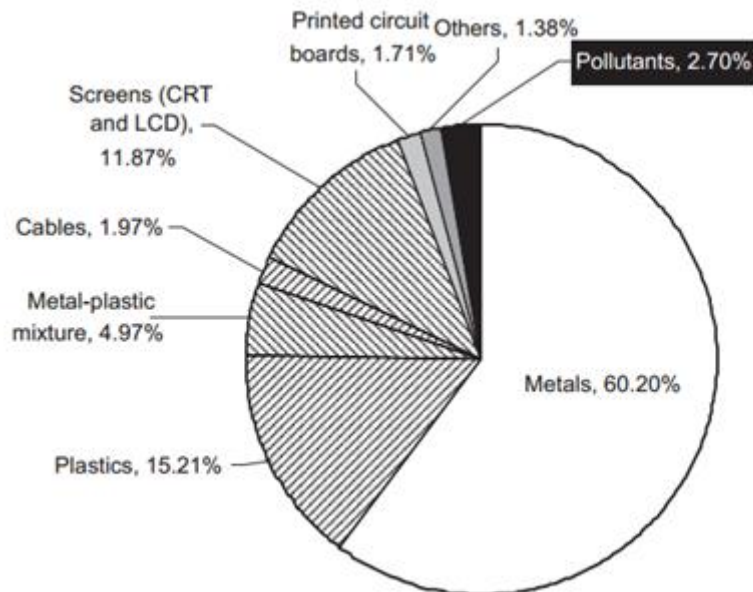
I Avfallsforskriften deles EE-produkter og EE-avfall inn i grupper og undergrupper, vist i tabell 1. De tre siste produktgruppene er ikke en del av WEEE-direktivet (WEEE Directive 2002/96/EC) (se avsnitt 2.3), men omfattes av det norske regelverket (Miljøverndepartementet, 2004). I tabellen er det også en oversikt over mengder EE-avfall behandlet av returselskaper i 2012, fordelt på de ulike gruppene. Av de ti første kategoriene vist i tabellen, står de fire første for nesten 95 % av alt EE-avfall generert (Widmer m. fl., 2005).

Tabell 1. Kategorier av EE-avfall, samt mengde behandlet EE-avfall etter produktgruppe for 2012 (tonn). Alle returselskap (Ee-Registeret, 2013).

Produktgruppe/behandlingsmetode	Behandlet totalt (tonn)	%-vis fordeling
Alle produktgrupper totalt	142 927,85	100 %
1. Store husholdningsapparater	43 720,44	30,6 %
1a. Kuldemøbler	16 820,32	11,8 %
1b. Andre store husholdningsapparater	26 900,12	18,8 %
2. Små husholdningsapparater	5 142,86	3,6 %
3. Databehandlings-, telekommunikasjons- og kontorutstyr	15 883,98	11,1 %
3a. Datamonitorer	2 348,10	1,6 %
3b. Annet databehandlings-, telekommunikasjons- og kontorutstyr	13 535,88	9,5 %
4. Lyd- og bildeutstyr	17 560,92	12,3 %
4a. Fjernsynsapparater	10 247,69	7,2 %
4b. Annet lyd- og bildeutstyr	7 313,23	5,1 %
5. Belysningsutstyr	7 974,88	5,6 %
6. Lyskilder	905,183	0,6 %
7. Elektrisk og elektronisk verktøy	9 094,73	6,4 %
8. Leker, fritids- og sportsutstyr	458,364	0,3 %
9. Medisinsk utstyr	703,057	0,5 %
10. Overvåknings- og kontrollinstrumenter	2 149,90	1,5 %
10a. Overvåknings- og kontrollinstrumenter; røykvarslere	21,153	0,0 %
10b. Overvåknings- og kontrollinstrumenter; andre overvåknings- og kontrollinstrumenter	2 128,75	1,5 %
11. Salgsautomater	472,574	0,3 %
12. Kabler og ledninger	16 688,95	11,7 %
13. Elektroteknisk utstyr	14 016,81	9,8 %
14. Fastmontert utstyr for oppvarming, aircondition og ventilasjon	8 155,21	5,7 %

2.2 Materialsammensetning

Sammensetningen av EE-produkter er kompleks med mange ulike materialer og komponenter (Figur 1). Derfor skiller EE-avfall seg fra annet kommunalt eller industrielt avfall, både kjemisk og fysisk. Metaller, plast og keramiske materialer er ofte mikset sammen i et og samme produkt. EE-avfall inneholder mer enn tusen forskjellige materialer og stoffer (Widmerm. fl, 2005), og det finnes både verdifulle metaller og potensielle miljøgifter som bly, kvikksølv, kadmium, polybromerte difenyletere (PBDE-er) og polyklorerte bifenyler (PCB-er) (se kapittel 3 om miljøgifter). Mengden miljøgifter i EE-avfall i volumprosent utgjør omtrent 2,70 % av avfallsstrømmen (Widmerm. fl, 2005). Eksempler på verdifulle metaller i EE-avfall er sølv og gull, men andre nyttestoffer som jern, stål, kobber, aluminium og glass er også tilstede, ofte i store mengder (2010a). I tillegg inneholder EE-produkter også mindre kjente metaller, såkalte sjeldne jordmetaller (Robinson, 2009, Gire Dahl og Lyng, 2011).



Figur 1. Materialsammensetning av EE-avfall (Widmerm. fl, 2005).

Sjeldne jordmetaller, som for eksempel lantan, praseodym og neodym, er metaller med unike optiske, magnetiske og elektriske egenskaper som bidrar til at de kan brukes i for eksempel grønn teknologi. På grunn av deres mange bruksområder, er etterspørselen etter sjeldne jordmetaller voksende. Nyvinninger innen lasere, røntgenmaskiner, batterier, solcellepaneler, hybridbiler og vindmøller er eksempler på høyteknologiske produkter som gjør bruk av sjeldne jordartsmetaller (Ottesen m. fl., 2012).

Kina har 37 % av reservene av sjeldne jordmetaller i verden, men står for 97 % av den globale produksjonen og har dermed tilnærmet monopol på denne. Utvinning av slike metaller er komplisert, og prosessene det innebærer representerer store miljøutfordringer. Mange av forekomstene inneholder uran, thorium og radium, og dermed kan spredning av radioaktive partikler til vassdrag rundt gruvenes nærområder forekomme (Ottesenm. fl, 2012). Uran- og thoriuminnholdet i EE-avfall er derimot lavt. På grunn av dette, og siden enkelte fraksjoner av EE-avfall inneholder betydelige mengder sjeldne jordartsmetaller, har interessen for gjenvinning av slike metaller de siste årene økt. I dag gjenvinnes omtrent 1 % av sjeldne jordartsmetaller på verdensbasis (Ottesenm. fl, 2012).

2.3 Direktiver og reguleringer

EU har innført to direktiver som skal bidra til resirkulering av EE-avfall og redusere miljøskadelige stoffer i slikt avfall. Norge har forpliktet seg til å følge direktivene gjennom EØS-avtalen og EUs avfallsdirektiv, som er implementert i den norske avfallsforskriften. Det ene direktivet kalles Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE Directive 2002/96/EC) og går ut på at produsenter og importører av EE-produkter er ansvarlige for hele livssyklusen

til et produkt, med særlig vekt på innsamling og gjenvinning (Gire Dahl, 2012) (se kapittel 4 om håndtering av EE-avfall i Norge).

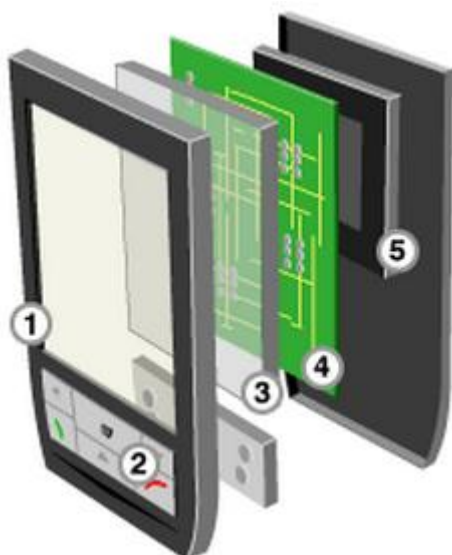
Det andre direktivet er Restrictions of Hazardous Substances (RoHS Directive 2002/95/EC) som begrenser bruken av miljøfarlige stoffer i EE-produkter som produseres i, eller importeres til, medlemsland. Med dette direktivet, som trådte i kraft 1. juli 2006, ble det innført forbud mot bly, kvikksølv, kadmium, seksverdig krom og to grupper bromerte flammehemmere (polybromerte bifenyl (PBB) og PBDE) i EE-produkter. For utvalgte tungmetaller og bromerte flammehemmere er det satt verdier for maksimum tillatte konsentrasjoner i slike produkter, men for enkelte bruksområder er det vedtatt unntak (Elretur, 2010a, Wäger m. fl., 2012).

2.4 Mobiltelefoner som avfall

Bruken av mobiltelefoner øker i takt med den teknologiske utviklingen, og ifølge en rapport utgitt av FNs miljøprogram og Sekretariatet for Baselkonvensjonen, har veksten i antall brukere økt eksponentielt fra de første brukerne på 1970-tallet til mer enn 3 milliarder i 2008 (Sahu og Srinivasan, 2008). I 2011 ble det solgt 1,5 milliarder mobiltelefoner globalt, hvorav 2,25 millioner av disse i Norge (Gire Dahl, 2012). Brukstiden til mobiltelefoner er ofte kortere enn selve levetiden til telefonene, og ofte byttes de ut selv om de er i god teknisk stand. I Norge skifter vi i gjennomsnitt ut mobiletelefonen etter to år (Gire Dahl, 2012).

Andelen mobiltelefoner som samles inn ligger på kun 2-3 %, dette gjelder norske behandlingsanlegg (Gire Dahl, 2012). Hovedgrunnen til at gamle mobiltelefoner ikke leveres inn er at mange lagrer de i husholdningen og tar vare på de som reserve. Et betydelig antall telefoner havner også i husholdningsavfallet (Gire Dahl, 2012). Når mobiltelefoner blir liggende og ikke leveres inn, går en glipp av ressurser som kunne ha vært utnyttet.

Som i EE-avfallsstrømmen generelt, finnes det også i mobiltelefoner både verdifulle og miljøfarlige stoffer. En mobiltelefon består av en rekke komponenter som kretskort, LCD-skjerm, oppladbart batteri og plastomslag. Figur 2 viser de ulike komponentene av en mobiltelefon og forklarer hvilke potensielt skadelige stoffer disse delene kan inneholde, - dette gjelder særlig eldre modeller.



Figur 2. En mobiltelefons komponenter og mulig innhold av potensielt skadelige stoffer (Kinver, 2006).

1 og 2. Deksel og taster – krom, PVC, bromerte flammehemmere

3. LCD -skjerm – flytende krystaller, kvikksølv

4. Kretskort – bly, bromerte flammehemmere (blant annet PBDE-er), kvikksølv, kadmium

5. Batteri – kadmium, nikkel, litium, bly

Generelt sett består en mobiltelefon av materialer som metaller, plast, keramiske- og spormaterialer, og innhold og sammensetning av materialer varierer mellom ulike modeller og endres med den teknologiske utviklingen (Sahu og Srinivasan, 2008). Gjennomsnittlig vektprosent av ulike materialer og bestanddeler av mobiltelefoner er vist i tabell 3.

Tabell 3. Gjennomsnittlig vektprosent av ulike bestanddeler av mobiltelefoner (Sahu og Srinivasan, 2008)

Constituents of mobile phones	Average weight per cent
Acrylonitrile butadiene Styrene/Polycarbonate (ABS-PC)	29%
Ceramics	16%
Cu and compounds	15%
Silicon plastics	10%
Epoxy	9%
Other plastics	8%
Iron	3%
PPS	2%
Flame retardant	1%
Nickel and compounds	1%
Zinc and compounds	1%
Silver and compounds	1%
Al, Sn, Pb, Au, Pd, Mn, etc.	less than 1%

Omtrent 25 % av en gjennomsnittlig mobiltelefon består av metaller, hvor kobber dominerer. Ellers inneholder mobiltelefoner sjeldne og verdifulle metaller som gull, sølv og palladium, men også metaller som jern og aluminium, samt miljøskadelige metaller som bly og kadmium (Gire Dahl, 2012) (se kapittel 3 for miljøgifter i EE-avfall). Rotter og Chancerel (2012) viser antatt gjennomsnittskonsentrasjon av ulike metaller i kasserte mobiltelefoner; dette er vist i tabell 2. Gjennomsnittlig konsentrasjon av kadmium er ikke klart.

Tabell 2. Antatt gjennomsnittlig konsentrasjon av ulike metaller i kasserte mobiltelefoner (Rotter og Chancerel, 2012).

Metall	Konsentrasjon	Enhet
Kobber	14	%
Jern	7	%
Aluminium	3	%
Nikkel	15 000	mg/kg
Sink	6000	mg/kg
Bly	5000	mg/kg
Sølv	3630	mg/kg
Krom	2000	mg/kg
Gull	347	mg/kg
Palladium	150	mg/kg
Kadmium*	?	

* Gjennomsnittlig konsentrasjon av kadmium er ikke klart

Mobiltelefoner består av varierende mengder plast og plastomslaget kan utgjøre mellom 15 og 55 % av den totale vekten av telefonen uten batteri (Nnorom og Osibanjo, 2009). Andre deler av telefonen, som kretskort og batteri, består også av ulike typer plast. Til plasten er det ofte tilsatt ulike stoffer som skal endre og forbedre plastens egenskaper, som pigmenter, fyllstoffer, UV-stabilisatorer og flammehemmere. Dette kan være stoffer som bly, kadmium, krom, kvikksølv, brom, tinn og antimon. Typisk blir slike stoffer tilsatt som forbindelser som ofte ikke binder seg kjemisk til molekyler i plasten, men danner en suspensjon i den solide plastpolymeren (Nnorom og Osibanjo, 2009) (se avsnitt 3.1 for miljøgifter i materialer og komponenter av EE-avfall).

3. Miljøgifter i elektrisk og elektronisk avfall

Miljøfarlige stoffer må håndteres på en spesiell måte og resirkuleres for å unngå forurensning til miljøet og effekter på menneskers helse. Kasserte EE-produkter inneholder ofte flere komponenter med innhold av miljøskadelige stoffer som kvikksølv, kadmium, krom, halogenerte stoffer som KFK (klor-fluor-karbon), PCB, polyvinylklorid (PVC) og flammehemmende stoffer som ofte inneholder brom (Elretur, 2010a). Disse stoffene kan lekke ut til miljøet i forbindelse med håndtering og resirkulering av EE-produkter. Noen av de miljøskadelige stoffene tilsettes i produksjonen, mens andre kan dannes ved håndtering av dette som avfall. Når EE-avfall brennes, for eksempel i kommunale forbrenningsanlegg, kan det dannes andre forbindelser som dioksiner, furaner og polyaromatiske hydrokarboner (PAH-er) (Robinson, 2009) (se avsnitt 5.3 om farer forbundet med forbrenning av EE-avfall). I figur 1 ser vi at miljøskadelige stoffer utgjør 2,7 % av EE-avfallsstrømmen. Selv om andelen slike stoffer ikke utgjør mye, vil mengdene som genereres, på grunn av store mengder EE-avfall, kunne utgjøre et betydelig miljøproblem (Thommesen, 2003). Enkelte stoffer, som kvikksølv og PCB, utgjør langt mindre mengder målt i innsamlet avfall, men er viktig å håndtere forsvarlig på grunn av deres skadepotensiale (Elretur, 2010a). Konsentrasjonen av miljøgifter i EE-avfall avhenger likevel av type produkt og når dette produktet ble produsert. Sammensetningen av avfallsstrømmen endrer seg med den teknologiske utviklingen og med innføring av nye regelverk (Robinson, 2009).

3.1 Materialer og komponenter med miljøgifter

Mange miljø- og helseskadelige stoffer er det klart at er lokalisert i ulike komponenter av EE-avfall, som batterier, kretskort eller i gamle eller nye TV- og dataskjermer. Kvikksølvholdige batterier og oppladbare batterier som inneholder kadmium, bly og litium kan utgjøre en fare for miljøet, i likhet med forbindelsene som finnes i kretskort. Kretskort inneholder ofte bly, tinn, beryllium, kadmium og bromerte flammehemmere som TBBPA og PBDE (Tsydenova og Bengtsson, 2011) (se avsnitt 2.4 om miljøgifter i mobiltelefoner). En oversikt over skadelige komponenter og stoffer ofte funnet i EE-avfall er vist i tabell 4.

På innsiden av gamle TV- og dataskjermer er det et fluoriserende belegg som består av kadmium, sink og sjeldne jordmetaller. Disse skjermene kalles CRT-skjermer (Cathode ray tube), eller katodestrålerør på norsk, og inneholder store mengder bly. De nyere LCD-skjermene (Liquid crystal display), kalt flytende krystallskjerm på norsk, kan inneholde en miks av 10-20 forbindelser som tilhører gruppene av substituerte fenylsykloheksaner, alkylbenzener og syklohexylbenzener. En skjerm til en mobiltelefon kan inneholde omtrent 0,5 mg flytende krystaller, mens en skjerm til en bærbar datamaskin omtrent 0,5 g. Det mistenkes at flytende krystaller kan være miljø- og helseskadelige, men det har ikke blitt gjort mange studier på deres toksisitet (Tsydenova og Bengtsson, 2011).

Tabell 4. Oversikt over skadelige komponenter og stoffer ofte funnet i EE-avfall (Tsydenova og Bengtsson, 2011).

Komponent	Funnet i	Skadelige stoffer
Katodestrålerør (Cathode ray tubes)	Gamle TV- og PC- skjermer, oscilloskop	Pb i glass Ba i elektronkilden Cd i lyskilden
Kretskort	Alt fra personsøkere til PC-er	Pb, Sb i loddetinn Cd, Be i kontakter Hg i brytere BFH i plast
Batterier	Bærbare enheter	Cd i Ni-Cd-batterier Pb i blybatterier Hg i Hg-batterier
Gassutladnings- lamper	LCD-skjermer	Hg i lyskilden
Plast	Isolasjon i ledninger, plastkabinett, kretskort	PVC BFH

En annen kilde til miljøskadelige stoffer er plast. Plasten i EE-produkter er ofte tilsatt bromerte flammehemmere for å redusere brannfaren. Disse stoffene finnes ofte i kretskortkabler, plastrammer til datamaskiner og TV-er, samt andre produkter. To hovedgrupper av bromerte flammehemmere har hovedsakelig blitt benyttet i EE-produkter; PBDE-er og bromerte fenoler (herunder TBBPA). Andre bekymringsfulle faktorer er forbindelser tilsatt for å forbedre egenskapene til materialet. Ofte er metaller (særlig kadmium) tilsatt som stabilisatorer og ftalater som mykgjørere (Tsydenova og Bengtsson, 2011).

I tillegg til stoffer tilsatt i plasten, kan forbindelsene plasten er laget av også utgjøre en fare for miljø og helse. Plast utgjør omtrent 30 % av EE-avfall målt i vekt og polymeren PVC er en av de mest brukte plasttypene i EE-produkter (ofte som isolasjonsbelegg utenpå ledninger og kabler). PVC inneholder klor og har dermed et potensiale til å utvikle klorinerte dioksiner og furaner gjennom ulike resirkulerings- og kasseringsprosesser som forbrenning, smelting og særlig ukontrollert forbrenning (Watson m. fl., 2010) (se avsnitt 4.4 om internasjonale aspekter ved behandling av EE-avfall). En forbindelse som har utstrakt bruk i produksjonen av visse typer plast (epoksy harpiks og polykarbonat), er bisfenol A (BPA). BPA-baserte plastmaterialer har mange ønskelige egenskaper; de er transparente, sterke og lette å forme. Det er imidlertid visse helsemessige konsekvenser assosiert med denne forbindelsen, da det er kjent at den kan etterligne østrogen (Nahar m. fl., 2012).

3.2 Løselighet og biotilgjengelighet

Selv om EE-avfall er en kilde til mange miljø- og helseskadelige stoffer, er et sentralt spørsmål om disse stoffene på noen måte kan nå miljøet, dyr eller mennesker. Det er fundamentalt å vite om slike stoffer lekker eller fordamper fra deponi, eller om de slipper ut i røykgass under forbrenning, eller kan på andre måter slippe ut i resirkuleringsprosesser. Dersom stoffene lekker ut vil det være avgjørende for deres skadevirkning hvilken form de befinner seg i; om det er en biotilgjengelig form som tas lett opp i biologiske systemer eller ikke. Selv om store mengder av en forbindelse lekker ut til miljøet, vil dette kunne ha liten toksikologisk effekt dersom forbindelsen foreligger på en form som er lite biotilgjengelig. Det vil for eksempel ikke være høy risiko forbundet med en metallbit som ikke korroderer, siden det vil forekomme lite utlekking fra denne.

Plast i EE-avfall inneholder ofte ulike grunnstoffer som tinn, bly, nikkel, sink og antimon i konsentrasjoner over 1000 mg/kg, og kadmium i konsentrasjoner over 100 mg/kg (Robinson, 2009). Når disse grunnstoffene inngår i plastmaterialer vil de ikke lekke ut og er ikke biotilgjengelige, men forbrenning eller annen oppløsning av plasten vil frigjøre metallene. Forbrenning av EE-avfall før avfallet legges på deponi kan også øke mobiliteten av tungmetaller (Robinson, 2009).

Biotilgjengelighet av stoffer avhenger av ytre faktorer som pH, redokspotensiale, type jord eller sediment, hardhet av vann og organisk innhold (Flemming og Trevors, 1989). Ulike faktorer, som løselighet og mobilitet av forbindelsene, vil være med på å avgjøre om de kan lekke ut. Generelt øker spormetallers reaktivitet og biotilgjengelighet ved økende løselighet, og lav pH fører ofte til økende løselighet av metaller (Wong m. fl., 2007a). Lekking av mange tungmetaller, som bly, fra EE-avfall øker også ved tilstedeværelse av organiske ligander (Robinson, 2009).

For å evaluere mobiliteten og biotilgjengeligheten av et stoff, må det utføres spesieringsanalyser. En kjemisk specie vil si i hvilken form et grunnstoff opptrer i. Spesieringsanalyser går ut på å identifisere eller måle mengden av en eller flere kjemiske specier i en prøve (Templeton m. fl., 2000). Et eksempel som viser hvor viktig spesieringsanalyser kan være, er krom og dets ulike oksidasjonstilstander, -siden seksverdig krom anses som langt mer toksisk enn treverdig krom (Templeton m. fl., 2000). Siden tungmetaller kan inngå i mange ulike avfallstyper og foreligge på ulike former, er det viktig å være klar over at analyserapporter ofte kun oppgir totalinnhold av metallet, og ikke hvilken metallforbindelse som avfallet inneholder (Larsen m. fl., 2004).

For utlekking av tungmetaller fra deponier antas det at sorpsjon og utfelling er sentrale mekanismer for immobilisering av metallene (Kjeldsen m. fl., 2002). Tilstedeværelse av ulike anioner, som sulfider og karbonater, vil kunne påvirke løseligheten av mange metaller. Disse anionene kan danne utfellinger med metaller som kadmium, nikkel, sink, kobber og bly. I tillegg til pH, vil løseligheten av metaller påvirkes av oksidasjons-reduksjonspotensialet.

Mange ulike prosesser, som kompleksering til uorganiske og organiske ligander, samt sorpsjon til kolloider, kan påvirke mobilisering av tungmetaller (Kjeldsenm. fl, 2002), og disse utgjør et miljøproblem dersom de migrerer til overflatevann eller grunnvann.

3.3 Utvalgte miljøgifter

Dette kapitlet ser nærmere på noen utvalgte metaller og organiske forbindelser som kan utgjøre en miljø- og helserisiko dersom de slipper ut i miljøet.

3.3.1 Bromerte flammehemmere

I elektriske og elektroniske produkter er det viktig å ivareta brann sikkerheten, og da må komponentene i produktene tåle høye temperaturer. En måte å sikre dette på har vært å tilsette bromerte flammehemmere, som er en gruppe på omkring 70 ulike organiske stoffer som inneholder brom og virker hemmende på utvikling av brann (Klif).

Bromerte flammehemmere produseres syntetisk og tilsettes i mange ulike typer produkter som plast, møbler, bygningsmaterialer, tekstiler og klær, i tillegg til EE-produkter. Det er særlig kretskort og platen i EE-produkter som inneholder disse stoffene (Elretur, 2010b), og TBBPA er en flammehemmer mye brukt til dette. Mer enn 90 % av kretskort bruker TBBPA som flammehemmer, og denne forbindelsen brukes også som flammehemmer i plasttypen akrylnitril-butadien-styren (ABS), som ofte brukes i IT-utstyr (Watsonm. fl, 2010).

Selv om bromerte flammehemmere har hindret eller hemmet utvikling av brann i produkter verden over, representerer denne stoffgruppen en utfordring. Bromerte flammehemmere produseres i store mengder, mange er spredt i miljøet, og siden de er produsert for å tåle høy varme er de stabile. De er persistente og kan akkumulere i miljøet (Covaci m. fl., 2011). Slike forbindelser er ofte ikke sterkt bundet til materialet de er tilsatt i, som plast, og kan derfor lekke ut (Cordeiro m. fl., 2011). Mange ulike toksiske kjemikalier kan dannes eller slippes ut gjennom ukontrollert resirkulering og prosessering av EE-avfall, og bromerte flammehemmere er en av dem (Wang m. fl., 2011). Det finnes mange bevis på at flere kongenere av PBDE har akkumulert i miljøet, i biota og i mennesker over hele verden (Chen m. fl., 2012).

Mennesker kan bli eksponert for bromerte flammehemmere gjennom maten vi spiser, inneluft, støv og klær og ellers gjennom produkter som er tilsatt disse stoffene. Inntak av støv og animalske produkter, samt inhalering av inneluft er de mest relevante rutene for eksponering (Morf m. fl., 2005). Enkelte bromerte flammehemmere er akutt giftige for vannlevende organismer, men de er lite akutt giftige for mennesker. Det er påvist at ved gjentatt eksponering kan noen kongenere føre til leverskade, og det er mistanke om at noen

av disse forbindelsene kan ha hormonforstyrrende effekter, samt skader på nervesystemet (Miljøstatus, 2013).

All plast som inneholder bromerte flammehemmere må separeres fra EE-avfallet før resirkulering. Slik plast er det i henhold til norsk lovverk ikke lov å materialgjenvinne. Den benyttes dermed som brensel i spesialovner som destruerer disse stoffene og gjenvinnes som ny energi (Morfm. fl, 2005, Elretur, 2010b).

3.3.2 Polyklorerte bifenyler (PCB)

Polyklorerte bifenyler (PCB) er en gruppe syntetiske klorforbindelser som i ren tilstand er flytende, oljeliknende stoffer. Den kjemiske oppbygningen av PCB er alt fra 1 til 10 kloratomer substituert på en bifenyl-aryl struktur. Dette kan i teorien produsere 209 ulike forbindelser (kongenere), men kommersielt er det produsert omtrent 130 kongenere (Manahan, 2010).

PCB ble produsert og brukt som flammehemmer fra 1920-tallet til midten av 80-tallet, men hadde også mange andre bruksområder, særlig i elektriske og elektroniske produkter. Disse forbindelsene ble mye brukt fra 1950- til 70-tallet som kjølemiddel og smørevæske i transformatorer, generatorer og kondensatorer i EE-produkter; dette på grunn av deres gode egenskaper. Generelt er disse stoffene kjemisk inerte, har god isolerende evne, tåler varme og er lite brennbare. PCB har også blitt brukt som mykgjørere i produkter som gummi og særlig i PVC-plast brukt til belegg på ledninger, i lim og maling (Gioia m. fl., 2013).

Det var først i 1966 at man ble oppmerksom på PCB som et miljøproblem. Etter dette har PCB blitt funnet spredd over hele verden, både i vann, sedimenter og vev fra fugl og fisk (Manahan, 2010). På grunn av dette, og på grunn av disse stoffenes toksisitet og motstandsdyktighet mot nedbrytning, har bruken av PCB blitt regulert siden 1970-tallet (Khalil Granier og Chevreuil, 1997). Selv om PCB ble forbudt for mer enn 30 år siden, finnes de enda i gammelt EE-utstyr og i miljøet. Det kan dermed forventes å finne PCB i EE-avfallsstrømmer i dag (Gioiam. fl, 2013).

PCB-er er persistente, bioakkumulerende og toksiske forbindelser i miljøet. Ulike kongenere av PCB har ulike fysiske og kjemiske egenskaper, samt biologisk aktivitet, og dermed ulik toksisitet (Giesy og Kannan, 1998). PCB-er er mikser av mange kongenere, som dermed kan ha mange ulike virkninger. PCB kan forstyrre mange biologiske funksjoner, inkludert immunsystemet, nervesystemet og flere hormonsystemer, og det ser ut til at foster er spesielt sårbare for disse forstyrrelsene. (Carpenter, 1998).

Det finnes ulike returordninger for produkter som inneholder PCB. Renas AS tar hånd om næringsselektroavfall, for eksempel armatur med PCB-kondensatorer, elektromotorer, kabler

og ledninger. Det finnes derimot ingen godkjente anlegg for sluttbehandling av PCB-holdig avfall i Norge, noe som gjør at PCB-avfallet må eksporteres til godkjente anlegg i utlandet, blant annet til Ekokem i Finland (Klif).

3.3.3 Metaller i EE-avfall

EE-avfall har fått mer oppmerksomhet de siste årene på grunn av at det er en sekundær kilde til metaller (Oguchi m. fl., 2012). Metaller utgjør en stor andel av det samlede EE-avfallet (Figur 1), og her finnes både verdifulle, men også sjeldne jordmetaller (se avsnitt 2.2). De miljøskadelige metallene i EE-avfall, som bly, kvikksølv, kadmium, kobber og krom, må tas hånd om på en forsvarlig måte for ikke å utgjøre en miljø- og helserisiko (Elretur, 2010a). I tillegg til å finnes i ren form i ulike komponenter av EE-produkter, kan metaller som nevnt også tilsettes i plasten, for eksempel som stabilisatorer i PVC, -dette gjelder særlig for kadmium. Slike tilsetninger gjøres for å forbedre plastens egenskaper (Tsydenova og Bengtsson, 2011) (se avsnitt 3.1). Tungmetaller som slipper ut til miljøet er, ved rett mengde, toksisk både for akvatiske og terrestriske økosystemer. Disse metallene er ikke nedbrytbare og vil kunne vedvare i lange perioder i naturen (Fu m. fl., 2008).

Etter implementeringen av RoHS-direktivet i 2006 ble det forbudt med bly, kvikksølv, kadmium og seksverdig krom i elektriske og elektroniske produkter (Elretur, 2010a), men i EU har forbudet mot bly i slike produkter eksistert siden 2005 (Lee m. fl., 2012). Forbudet mot disse metallene vil imidlertid ikke bety at EE-avfallet returselskaper får inn i dag ikke inneholder disse, siden en stor andel av avfallet vil være produsert før forbudet trådte i kraft. Bly, kadmium, kvikksølv og kobber er tungmetaller som ofte er funnet i EE-avfall. På grunn av de potensielt alvorlige helse- og miljøeffektene disse kan ha dersom de lekker ut, vil det i fortsettelsen bli sett nærmere på disse.

3.3.3.1 Bly

Bly brukes hovedsakelig til produksjon av batterier og loddetinn, men det tilsettes også i materialer som plast og i pigmenter (Leem. fl, 2012). I EE-avfall kan man finne bly blant annet i batterier og i kretskort, og i glasset på gamle CRT-skjermer finnes det store mengder bly. Ifølge Tsydenova og Bengtsson (2011) kan det være opptil 2-3 kg bly i en gammel CRT-skjerm, mens en nyere versjon kan inneholde omtrent 1 kg bly (Zheng m. fl., 2008, Tsydenova og Bengtsson, 2011).

Bly er et giftig tungmetall med både akutte og kroniske helse- og miljøeffekter. Ved gjentatt eksponering kan bly akkumulere i kroppen (Zhengm. fl, 2008) og ha en rekke toksiske effekter. Bly påvirker også i stor grad det sentrale og perifere nervesystemet, samt nyrene (Manahan, 2010). Eksponering for bly kan føre til forstyrret reproduktiv funksjon og toksiske effekter på blod og hormonsystemer. Det er de nevrologiske effektene av bly som er mest

kjent og studert. Små barn er spesielt utsatt siden de absorberer bly mer effektivt enn voksne, og bly kan ha skadelige virkninger på den mentale utviklingen hos barn. Andre grupper som er spesielt utsatt er yrkeseksponerte arbeidere, for eksempel arbeidere i produksjon eller resirkulering av batterier (Sanborn m. fl., 2002).

3.3.3.2 Kadmium

Kadmium kan finnes i flere ulike komponenter av EE-avfall, deriblant oppladbare batterier som ofte brukes i bærbare datamaskiner og mobiltelefoner, men også i kontakter og brytere i kretskort. Innsiden av CRT-skjermer er belagt med et fluoriserende belegg sammensatt av blant annet kadmium, sink og sjeldne jordmetaller. I tillegg er noen typer plast brukt i EE-produkter, som nevnt, tilsatt kadmium (eller andre metaller) som UV-stabilisator. Dette gjelder for PVC, som er brukt som isolasjonsbelegg på ledninger og kabler (Tsydenova og Bengtsson, 2011).

Ved inntak av kadmium kan dette akkumulere i kroppen og gjøre skade på nyrer og skjelett ved langvarig eksponering (Fum. fl, 2008). Kadmium har negativ innvirkning på mange viktige enzymer; det kan også forårsake osteomalasi (en smertefull bensykdom) (Manahan, 2010). Kadmium og dens forbindelser er kjente karsinogener, noe som primært skjer ved inhalering av forurensset damp eller støv (Zhengm. fl, 2008).

3.3.3.3 Kvikksølv og kobber

I EE-avfall finnes kvikksølv blant annet i Hg-batterier og i brytere som en del av kretskort. Fluoriserende lamper, som del av LCD-skjermer, inneholder også kvikksølv (Robinson, 2009, Tsydenova og Bengtsson, 2011) (se tabell 4). Elementær kvikksølv (Hg⁰) kan tas opp i kroppen gjennom inhalering. Det kan da gå inn i blodstrømmen og nå hjernen hvor det kan forstyrre metabolske prosesser og gi symptomer som søvnløshet og depresjon. Toverdig ionisk kvikksølv, Hg²⁺, skader nyrene og organometalliske kvikksølvforbindelser er også veldig toksiske (Manahan, 2010). Den organiske forbindelsen metylkvikksølv er bioakkumulerende og kan biomagnifisere i næringskjeden. Uorganisk kvikksølv i EE-avfall kan omdannes til organisk kvikksølv dersom dette slippes ut i miljøet (Wong m. fl., 2006).

Kobber finnes i utallige materialer og komponenter av EE-avfall. Kobber er et essensielt metall som er nødvendig for en rekke metabolske prosesser både hos dyr og mennesker. For å være tilgjengelig for biologiske systemer må kobber være i en lett løselig form, og ved forhøyede nivåer vil kobber være meget giftig for vannlevende organismer. Kobber som slipper ut i naturen vil derfor kunne utgjøre en fare for ulike organismer, særlig dersom det slippes ut til vann. Ifølge en rekke studier er kobber relativt lite toksisk for pattedyr (Flemming og Trevors, 1989), men ved inntak av store mengder kobbersalter kan dette føre til forstyrrelser i fordøyelsessystemet, og i ekstreme tilfeller kan det føre til lever- og

nyreskader. Det finnes lite data på helseeffekter forbundet med inhalering av kobber og kobberstøv i industriell sammenheng, men det er kjent at kobber kan irritere luftveiene og kan føre til metallfeber (Nordberg m. fl., 2007).

4. Håndtering av elektrisk og elektronisk avfall i Norge

Forsvarlig håndtering av kasserte EE-produkter er viktig for å unngå at helse- og miljøskadelige stoffer spres i naturen. Norge var det første landet i verden med et regelverk for innsamling og behandling av EE-avfall (Ottesenm. fl, 2012). For å hindre spredning av miljøskadelige stoffer ble det opprettet returselskaper som tar imot EE-avfall og alle disse skal være godkjent av Klima- og forurensningsdirektoratet. Importører og produsenter av EE-produkter er pliktig til å være medlem av et godkjent returselskap og alle forhandlere er pliktig til å ta imot EE-produkter i tilsvarende kategori som de selger når disse er kasserte. Det er dermed gratis å levere inn EE-avfall i butikker som selger tilsvarende produkter eller til kommunale avfallsmottak (Ottesenm. fl, 2012). Kostnaden forbundet med avfallshåndteringen finansieres dermed av produsenter og importører, men det er i midlertid forbruker som ender opp med å finansiere mesteparten av retursystemet siden det er lagt inn i prisen på produkter når disse kjøpes (Gire Dahl, 2012).

Det er i dag fem godkjente returselskaper for EE-avfall i Norge, dette er Elretur AS, ERP Norway AS, Euroenvironment AS, Elsirk AS (tidligere Ragn-Sells Elektronikkretur AS) og RENAS AS. Returselskapene inngår avtaler med underaktører som driver innsamling, transport, behandling, eksport og sluttbehandling av avfallet, og disse underaktørene må rapportere inn mengder og prosesser de gjennomfører til sitt returselskap. Returselskapene må så rapportere til EE-registeret (Gire Dahl, 2012).

Behandling av EE-avfall i Norge kan deles inn i tre steg; innsamling, forbehandling og sluttbehandling. Disse presenteres kort i avsnitt 4.1 og 4.2, og behandling av farlig avfall presenteres i avsnitt 4.3.

4.1 Innsamling og forbehandling

Elektrisk og elektronisk avfall skal leveres til mottak for, eller forhandler av EE-produkter. Alle butikker i Norge som selger EE-produkter er pliktige til å ta imot utrangert utstyr av samme type som de forhandler. Kommunen skal sørge for gratis mottak av EE-avfall fra husholdningene, og sammen med forhandler har disse plikt til å informere om hvor EE-avfall kan leveres (Gire Dahl og Lyng, 2011).

Når EE-avfallet er samlet inn må det gjennom en prosess hvor miljøfarlige elementer identifiseres og sorteres ut, kalt miljøsanering. Komponenter som inneholder miljøfarlige stoffer sorteres først ut for hånd. Avfallet går så gjennom en pre-shredder, hvor det blir grovfragmentert før det sorteres på nytt manuelt. Dette gjøres for å få ut de resterende miljøfarlige elementene (Gire Dahl, 2012). Det er altså to måter å forbehandle EE-avfallet på; manuell sortering og shredding (se avsnitt 6.1 om håndtering av EE-avfall ved WEEE Recycling AS).

Typiske eksempler på EE-avfall som går gjennom en slik prosess er TV-apparater, skjermer til datamaskiner og produkter som inneholder batterier, som for eksempel mobiltelefoner. Miljøfarlige materialer og komponenter som må fjernes kan for eksempel være kondensatorer, kretskort, plast med bromerte flammehemmere, oljeholdig avfall og tonerkassetter (Gire Dahl, 2012).

Etter miljøsanering går det meste av avfallet videre til shredding, hvor målet er å skille resirkulerbare materialer som metaller, plast og glass fra farlig avfall. En shredder er en automatisert metallkvern som maler opp avfallet i mindre biter (mindre enn 150 mm). En ulempe med shredding er at avfallet rives opp på vilkårlige steder slik at sluttfraksjonen inneholder ulike typer materialer (for eksempel en miks av plast og metaller). Dermed er det nødvendig med videre sortering og identifisering (Kuo, 2010). Sortering foregår ved hjelp av magneter. Avfallet blir sortert i to fraksjoner; jernholdige metaller og ikke-jernholdige metaller, samt avfall som plast, gummi og glass (Gire Dahl, 2012). Etter denne sorteringen går de resirkulerbare fraksjonene videre til resirkulering mens det farlige avfallet går til annen sluttbehandling (se avsnitt 4.3 om behandling av farlig avfall).

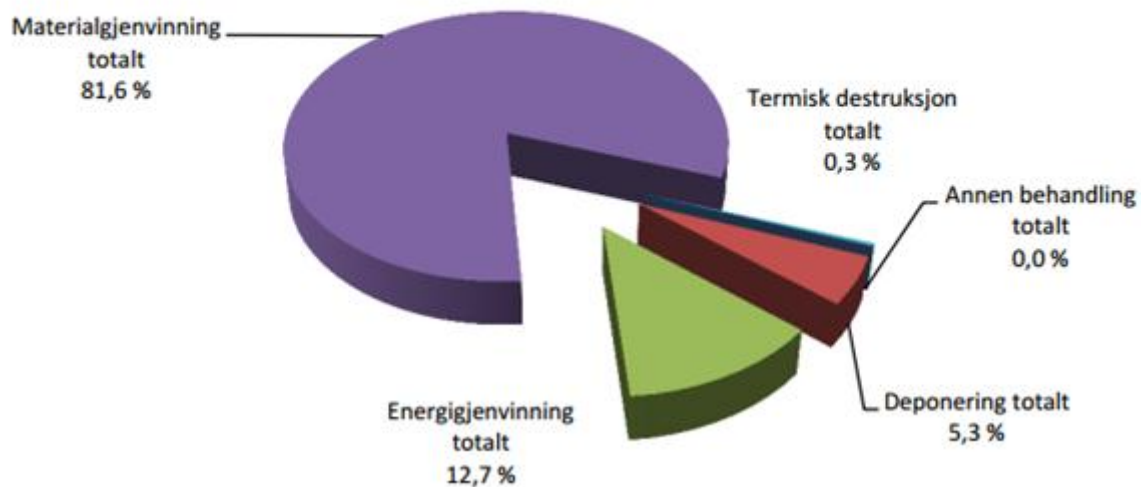
4.2 Sluttbehandling

I Norge blir EE-avfall behandlet etter fem forskjellige behandlingsmetoder (Ee-Registeret, 2013):

- Materialgjenvinning
- Energigjenvinning
- Termisk destruksjon
- Deponering
- Annen behandling

Etter forbehandlingen, som innebærer sortering og separering, blir det aller meste av EE-avfallet materialgjenvunnet. Dette gjelder hovedsakelig metall, plast og glass. Materialgjenvinning innebærer som regel omsmelting til nye råmaterialer ved høy temperatur. Noe av avfallet går til energigjenvinning, mens det avfallet som ikke kan gjenvinnes til nytt materiale eller energi blir destruert eller går til deponi. Prosentvis fordeling på de ulike behandlingsmåtene for EE-avfall for 2012, er vist i figur 3.

Behandlingsmåter for EE-avfall i 2012



Figur 3. Prosentvis fordeling på ulike behandlingsmåter for EE-avfall i Norge (2012) (2013).

Ofte foregår sluttbehandlingen et annet sted enn forbehandlingen, og ofte i andre land enn Norge. EE-avfall sendes til blant annet Sverige (27,7 %), Tyskland (3,2 %), samt land utenfor EU (17,6 %), hvor Kina og Malaysia er de største importørene. I 2012 ble om lag 48,6 % av EE-avfallet behandlet i Norge (Gire Dahl, 2012, 2013). Eksport av farlig avfall er bare tillatt dersom avfallet eksporteres som råstoff til gjenvinning, eller hvis avfallet ikke kan sluttbehandles på forsvarlig måte i Norge (Klif).

4.3 Håndtering av farlig avfall

Ifølge Klima- og forurensningsdirektoratet er definisjonen på farlig avfall:

"Avfall som ikke hensiktsmessig kan håndteres sammen med annet husholdningsavfall eller næringsavfall fordi det kan medføre alvorlige forurensninger eller fare for skade på mennesker eller dyr" (Larsenm. fl, 2004).

Farlig avfall må med andre ord tas hånd om på en spesiell måte for ikke å utgjøre en fare for miljø og helse. Det meste av det miljøsanerte EE-avfallet som ikke går til shredding krever spesialbehandling. Dette gjelder for eksempel KFK-gassene, som finnes i eldre kjøleskap og frysere. Slike stoffer blir destruert i høytemperatur-forbrenningsovnene. Det finnes mange måter å behandle farlig avfall på siden variasjon i type avfall er stor. Komponenter som inneholder verdifulle metaller blir som regel sendt til forbrenning hvor metallene blir skilt ved høy temperatur. Kretskort er et eksempel på en slik fraksjon, men i tillegg til verdifulle metaller, inneholder disse blant annet bromerte flammehemmere. Det meste av dette blir

forsvarlig destruert. All plast som inneholder bromerte flammehemmere går til forbrenning med energigjenvinning. Batterier er en annen type farlig avfall hvor de ulike typene krever ulik behandling. Av miljøfarlige batterier (for eksempel de som inneholder tungmetallene kvikksølv, bly og kadmium) blir nesten 100 % samlet inn og omtrent 70 % materialgjenvunnet. I Norge er det Batteriretur AS og Rebatt AS som sørger for at batteriene blir håndtert på en forsvarlig måte (Gire Dahl, 2012) (se avsnitt 6.1.1 om behandling av farlig avfall ved WEEE Recycling AS).

En oversikt over avfallsfraksjoner fra miljøsanert EE-avfall, altså farlig avfallsfraksjoner, samt mengden behandlet i tonn i 2012, er vist i tabell 5.

Tabell 5. Avfallsfraksjoner fra miljøsanert elektrisk og elektronisk avfall, samt behandlede mengder av disse i Norge i 2012 (tonn) (Ee-Registeret, 2013).

Materialtype / Avfallsfraksjon / Behandlingsmetode	Behandlet totalt (tonn)	%-vis fordeling
Alle produktgrupper totalt	118 153,07	100,00 %
a. Kondensatorer eller andre komponenter som inneholder PCB eller PCT.	47,791	0,04 %
b. Kondensatorer med høyde/bredde/diameter over 25 millimeter, og	70,422	0,06 %
c. Tonerkassetter og fargetoner.	100,94	0,09 %
d. Eksterne batterier. Det vil si alle batterier som kan fjernes før annen behandling ...	687,615	0,58 %
e. Andre batterier enn nevnt under pkt. d).	49,177	0,04 %
f. Asbest og komponenter som inneholder asbest.	51,814	0,04 %
g. Ildfaste keramiske fibre.	47,343	0,04 %
h. Kvikksølvholdige lamper for bakgrunnsbelysning av LCD-skjermer.	3,842	0,00 %
i. LCD-skjermer større enn 100 cm2. Alle LCD-skjermer som er bakgrunnsbelyst ..	520,15	0,44 %
j. Andre komponenter som inneholder kvikksølv, slik som brytere, kontakter, termometre, ..	12,807	0,01 %
k. Billedrør/katodestrålerør, inkludert fluoriserende belegg.	7 472,88	6,32 %
l. Kretskort.	3 084,32	2,61 %
m. Klorfluorkarboner (KFK), hydroklorfluorkarboner (HKFK) eller hydrofluorkarboner (HFK),	88,951	0,08 %
n. SF6-gass.	0	0,00 %
o. Beryllium, bortsett fra beryllium i komponenter som er fastmontert på kretskort.	2,13	0,00 %
p. Plast med bromerte flammehemmere.	2 083,33	1,76 %
q. Eksterne elektriske kabler.	15 584,18	13,19 %
r. Komponenter i EE-avfall som inneholder radioaktive kilder, slik som røykvarslere.	8,607	0,01 %
s. Oljeholdig avfall – inkludert spillolje.	751,095	0,64 %
t. Gassutladningslamper – lysrør.	654,397	0,55 %
u. Gassutladningslamper – pærer.	172,641	0,15 %
v. Annet farlig avfall.	138,706	0,12 %
w. Miljøsanert EE-avfall inngående til shredder.	86 519,94	73,23 %

4.3.1 Grenseverdier for farlig avfall

Kortfattede oversikter over grenseverdier for ulike miljø- og helseskadelige stoffer i avfall finnes ikke i Norge; det nærmeste en kommer er Klifs grenseverdier for når forurensset jord kan anses å være farlig avfall. Grenseverdier for et utvalg stoffer er vist i tabell 6. Klif opplyser at grensen for enkelte stoffer (i hovedsak metaller) er satt skjønnsmessig. Dersom konsentrasjonen av et stoff i jord overskrider grenseverdien i tabellen, kan avfallet betraktes som farlig avfall) (Klif) og må håndteres deretter. I avfallsforskriftens kapittel 11 om farlig avfall, vedlegg 3, del B er det også gitt spesifikke grenseverdier for utvalgte stoffer (tabell 7). Dersom konsentrasjonen for et eller flere av disse overskrider grenseverdien, anses avfallet som farlig.

Tungmetaller som bly, kvikksølv, kadmium og krom kan inngå i flere forskjellige forbindelser i ulike avfallstyper. Ved metallanalyser oppgir analyserapporten ofte kun total konsentrasjon av metallet, ikke konsentrasjonen av metallforbindelsen som avfallet inneholder (Larsenm. fl, 2004).

Tabell 6. Grenseverdier for når jord kan anses å være farlig avfall (Klif).

Stoff	Grenseverdi (mg/kg)
Arsen	1000
Bly (uorganisk)	2500
Kadmium	1000
Kvikksølv	1000
Kobber	25000
Sink	25000
Krom (III)	25000
Krom (VI)	1000
Nikkel	2500
PCB (pr kongener)	50
Sum PCB 7	50
Heksabromdifenyleter	2500
Bisfenol A	2500

Tabell 7. Spesifikke grenseverdier for utvalgte stoffer (Miljøverndepartementet, 2004)

Stoff	Grenseverdi (mg/kg)
Sum PCB 7	50
Pentabromdifenyleter	2500
Oktabromdifenyleter	2500
Dekabromdifenyleter	2500
Tetrabrombisfenol A	2500
Heksabromsyklododekan	2500

4.4 Internasjonale aspekter

Effektiv resirkulering av verdifulle materialer fra EE-avfall er kostbart, særlig når dette skal foregå med minst mulig innvirkning på miljøet. Det har derfor blitt vanlig at rike land eksporterer mye EE-avfall til fattige land, på grunn av billigere arbeidskraft og mindre strenge miljøkrav (Wong m. fl., 2007b, Robinson, 2009). Omtrent 50-80 % av alt EE-avfall i verden blir eksportert til Asia, hvor Kina mottar opptil 90 % av dette (Wongm. fl, 2007b, Gire Dahl og Lyng, 2011). Andre land som mottar store mengder EE-avfall er India, Pakistan, Vietnam og Filippinene, og mye av dette kommer fra Europa og Nord-Amerika (Asante m. fl., 2012). Det er opprettet en internasjonal avtale i regi av FN, som skal redusere transport av farlig avfall over landegrensene. Denne kalles Baselkonvensjonen og skal spesielt forhindre at giftig avfall fra rike land dumpes i fattige land (Asantem. fl, 2012).

Guiyu, en tradisjonell risdyrkende landsby i Guangdongprovinsen i Kina, er et eksempel på et område hvor det foregår intensiv resirkulering av EE-avfall. Ufullstendig forbrenning av EE-avfall i friluft og dumping av materialer er hovedkilder til mange toksiske kjemikalier (Wongm. fl, 2007b). Teknikkene som brukes for resirkulering av EE-avfall er ofte primitive og uten anlegg som kan beskytte miljøet og menneskers helse. Noen av teknikkene som brukes er smelting av plast uten forsvarlig ventilasjon, brenning av kabler for gjenvinning av metaller, stripping av metaller i åpne syrebad for å gjenvinne blant annet gull, dumping av materialer på jorder og elvebredder, samt manuell demontering av elektronisk utstyr (Wongm. fl, 2007b).

I en litteraturstudie fra 2007 ser Wong m. fl. (2007b) på konsentrasjoner av miljøskadelige kjemikalier som PBDE-er, dioksiner og furaner, polyaromatiske hydrokarboner (PAH-er), PCB-er og tungmetaller i ulike media fra Guiyu. Dersom disse dataene sammenlignes med data fra andre områder, samt retningslinjer i ulike land, er det åpenbart at dette området er sterkt forurensset av miljø- og helseskadelige kjemikalier fra resirkuleringsprosessene. Det antas at ved så høye konsentrasjoner av slike stoffer vil arbeidere og lokalbefolkning påvirkes av dette gjennom inhalering, hudkontakt, samt inntak av forurensset drikkevann og mat (Wongm. fl, 2007b). En studie fra 2011 undersøkte bromerte flammehemmere (PBDE-

er) i jord og planter nær et typisk EE-resirkuleringsområde sør i Kina. Disse stoffene ble funnet både i jord og grønnsaker, noe som tyder på at PBDE-er har kommet inn i næringskjeden og utgjør en potensiell helserisiko for lokalbefolkning (Wangm. fl, 2011).

5. Miljø- og helseaspekter ved gjenvinning av elektrisk og elektronisk avfall

Resirkulering av EE-avfall er viktig når det kommer til avfallsbehandling, men også gjenvinning av verdifulle materialer (Cui og Forssberg, 2003). Ved resirkulering EE-avfall reduseres mengden avfall som går til deponi. I tillegg vil miljøgifter kunne behandles på en forsvarlig måte og dermed begrense eller forhindre forurensning av jord, grunnvann og luft. Gjenvinning fører også til redusert energiforbruk siden materialgjenvinning, altså omsmelting av metallskrap og brukt glass, krever mindre energi enn smelting av jomfruelig materiale (Elretur, 2010a).

Den største økonomiske drivkraften for resirkulering av EE-avfall er gjenvinning av verdifulle metaller (Cui og Forssberg, 2003). Resirkulering av metaller fra EE-avfall bruker kun en brøkdel av energien som trengs for å utvinne nytt metall fra gruver, men er også viktig for å redusere karbon- og materialavtrykket. I resirkuleringsprosessen dannes det heller ikke noe gruveavfall. Ved resirkulering av aluminium for eksempel, spares 90 % av energien som ville ha trengtes for å utvinne nytt aluminium (Tuncuk m. fl., 2012).

Ulike prosesser kan benyttes for å gjenvinne verdifulle metaller, deriblant pyrometallurgiske prosesser. Pyrometallurgi inkluderer forbrenning av avfallet og smelting av metallene. Under slike prosesser kan farlige forbindelser slippe ut til miljøet dersom dette ikke foregår under kontrollerte forhold (Robinson, 2009). I rike land som Japan, derimot, fungerer velutviklede resirkuleringsanlegg godt med liten innvirkning på miljøet. Moderne teknikker kan for eksempel gjenvinne glass fra CRT-skjermer, med høyt innhold av bly, med minimal miljøpåvirkning (Robinson, 2009). Ifølge Hischier m. fl. (2005) vil resirkulering av EE-avfall alltid ha lavere innvirkning på miljøet enn deponering eller forbrenning av slikt avfall.

I en studie fra Sveits (Hischier m. fl., 2005) sammenliknes miljøpåvirkningen av resirkulering av EE-avfall med et scenario i samme størrelsesorden der materialet ikke blir resirkulert. Systemene for innsamling og resirkulering i Sveits ble undersøkt for å vurdere om resirkulering av EE-avfall er mer fordelaktig for miljøet enn forbrenning av alt avfallet. I motsetning til mange andre studier, som ofte fokuserer kun på én spesifikk fraksjon av EE-avfall, ser denne studien nærmere på hele det sveitsiske innsamlings- og resirkuleringssystemet over ett år. Det ble utført livsløpsanalyser for hele avfallsstrømmen, og relativ miljøpåvirkning blir vurdert gjennom å se på forsuring, klimaendring, eutrofiering, fotokjemisk oksidasjon, stratosfærisk ozon-nedbryting og ressursbruk. De konkluderer med at et innsamlings- og resirkuleringssystem for EE-avfall, som det etablert i Sveits, har klare miljøfordeler sammenlignet med et scenario hvor alt EE-avfall går til forbrenning og det kun foregår primær produksjon av råmateriale. Samtidig understreker de at resirkulering ikke er mulig uten noen form for miljøpåvirkning.

Ifølge Hirschier m. fl. (2005), er det nettopp gjenvinning av metaller som er det steget i resirkuleringsprosessen som har størst miljøpåvirkning, sammenlignet med for eksempel innhenting, sortering og demontering, og gjenvinning av batterier, kabler, skjermer, kretskort og andre materialer. Når det kommer til transportavstand for innhenting av avfallet så antas det i deres studie en gjennomsnittsavstand på 42,75 km. Barba-Gutierrez m.fl. (2008), derimot, anser transportavstand av avfallet som en variabel, og viser at fordelene ved resirkulering avhenger av transportavstanden for avfallet. Innsamling av EE-avfall ble funnet til å være mer skadelig i løpet av innsamlingsprosessen enn miljøfordelene ved resirkuleringsprosessen, selv for avstander mye kortere enn 500 km. Konklusjonen er likevel ikke at deponering av EE-avfall er et bedre alternativ enn resirkulering, men at det bør tas hensyn til transportavstand for henting av avfallet ved utforming av resirkuleringssystemer.

Innholdet av miljø- og helseskadelige stoffer i EE-avfall og potensielle farer assosiert med disse er relativt godt kjent. Det er derimot mangelfull informasjon angående faktiske utslipp av skadelige kjemikalier og effekter på menneskers helse, som følge av behandling av denne typen avfall. I en artikkel fra 2011, samler Tsydenova og Bengtsson aktuell informasjon angående dette, og ser på forurensning av miljø og arbeidsplass som en følge av resirkulering, forbrenning og deponering av EE-avfall. Dette vil bli sett nærmere på i det følgende avsnittet.

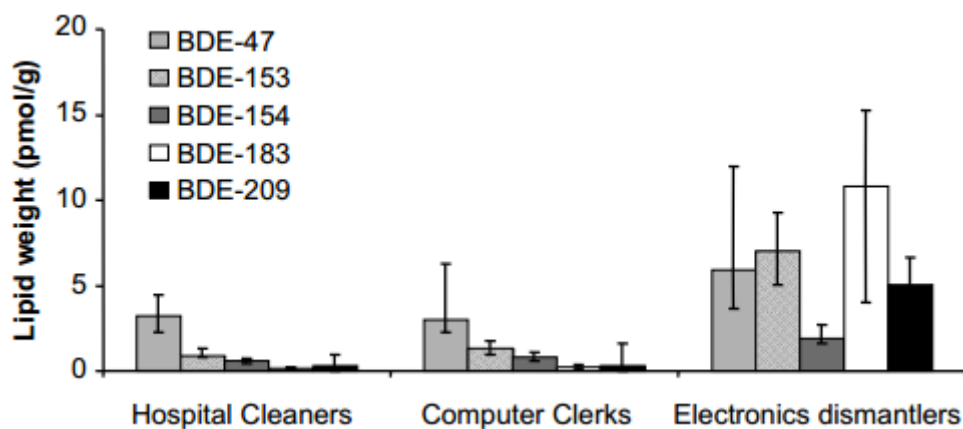
5.1 Resirkulering

Basert på metodene som benyttes, finnes det to hovedtyper anlegg for resirkulering av EE-avfall. Den første typen er anlegg som driver med demontering og mekanisk behandling av EE-avfall for å utvinne råmateriale, mens den andre typen bruker metallurgiske prosesser for å få ut metaller (Tsydenova og Bengtsson, 2011). Graden av fare for arbeidere og miljø varierer mellom de ulike anleggene. Mekaniske behandlingsmetoder baserer seg ofte på størrelsesreduksjon og separasjon, som shredding, og dette genererer ofte støv bestående av komponentene som males opp. Dette kan være alt fra plast, metaller og keramikk til silica. Det finnes vitenskapelige bevis på at miljø- og helseskadelige forbindelser slippes ut ved shredding (Tsydenova og Bengtsson, 2011), og dette kan utgjøre en fare for arbeidere ved inhalering og fare for forurensning til miljøet. I en studie utført av Morf m. fl. (2005) ble det påvist konsentrasjoner av bromerte flammehemmere, særlig PBDE-er, oppe i gram per kilo-området i støvfraksjonen fra rensesystemet i et sveitsisk resirkuleringsanlegg. Dette anlegget drev med mekanisk behandling av EE-avfall (Morf m. fl., 2007). Resultatene viser at potensialet for utslipp av bromerte flammehemmere under mekanisk behandling av EE-avfall er høy.

En studie utført av Sjödin m. fl. (2001) undersøkte konsentrasjoner av bromerte- og organofosfat flammehemmere i innendørs luft i et anlegg for resirkulering av EE-avfall, en

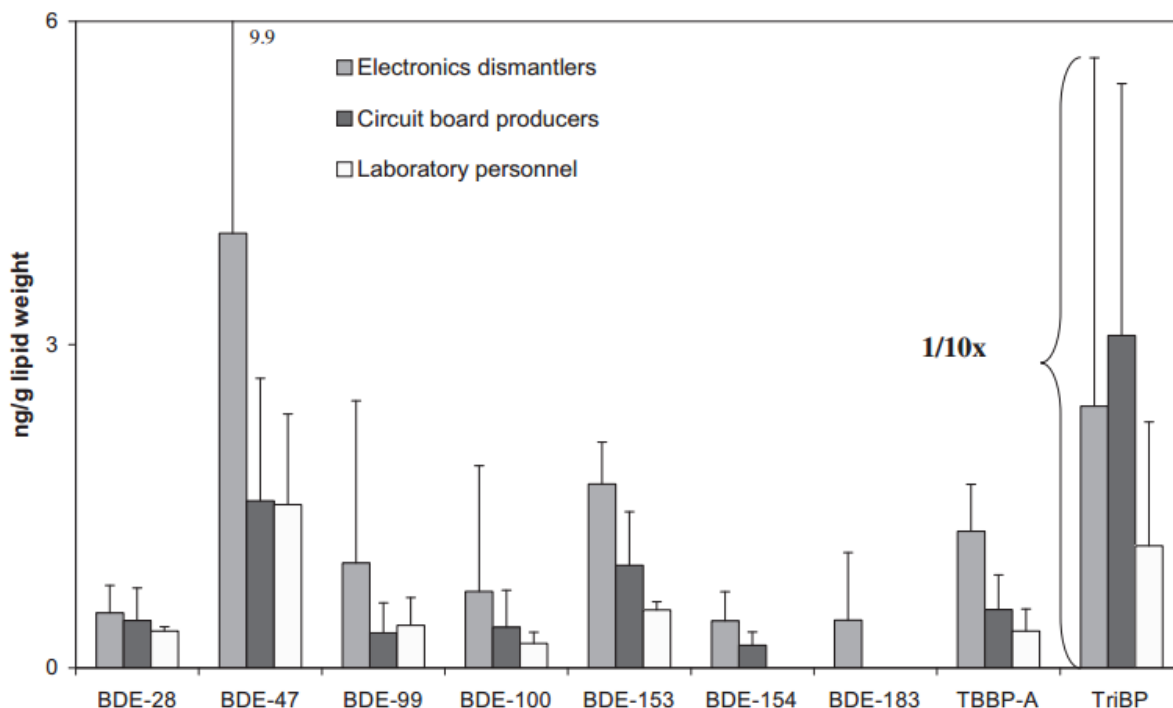
fabrikk for montering av kretskort, et anlegg for reparasjon av datamaskiner, kontorer utstyrt med datamaskiner, samt utendørs luft. Det ble funnet PBDE, polybromerte bifenyler (PBB), TBBPA og organofosfat estere i alle prøver av innendørs luft, med høyeste konsentrasjoner av alle forbindelser i resirkuleringsanlegget for EE-avfall.

En annen studie av Sjödin m. fl. (1999) så nærmere på eksponering for PBDE hos arbeidere fra samme resirkuleringsanlegg som ovenfor. Resultatene ble sammenlignet med nivåer av PBDE i blodprøver av arbeidere som jobbet heltid ved dataskjerm, samt rengjørere på sykehus. Resultatene av undersøkelsen var at total mediankonsentrasjon av PBDE i serum fra arbeiderne fra resirkuleringsanlegget var mye høyere enn verdiene for de andre gruppene (Figur 4). Disse resultatene viser at PBDE er biotilgjengelig og at det forekom yrkeseksponering for PBDE i demonteringsanlegget.



Figur 4. Median konsentrasjoner (pmol/g lipidvekt) av fem kongenere av polybromerte difenyletere i ulike grupper av arbeidere. Gjengitt med tillatelse fra Environmental Health Perspectives (Sjödinm. fl, 1999).

En forskergruppe fra Norge (Thomsen m. fl., 2001) så nærmere på hvordan eksponering for bromerte flammehemmere er relatert til spesifikke yrker. De brukte plasmaprøver fra tre ulike yrkesgrupper; arbeidere på et demonteringsanlegg for EE-avfall, arbeidere i produksjonen av kretskort og laboratoriepersonell. Resultatene viste at arbeidere fra demonteringsanlegget for EE-avfall hadde betydelig høyere nivåer i blod av visse stoffer som TBBPA og PBDE-kongenere BDE-153, sammenlignet med de andre gruppene (Figur 5).



Figur 5. Gjennomsnittlig plasmakonsentrasjon (ng/g lipid vekt) av bromerte flammehemmere for tre yrkesgrupper. Standardavvik er inkludert i diagrammet. Gjengitt med tillatelse fra Environmental Health Perspectives (Thomsen m. fl, 2001).

5.2 Deponering

De største utfordringene med deponering av avfall er lekkage og fordamping av skadelige forbindelser. Miljøpåvirkninger relatert til utlekking er forurensning av grunnvann og overflatevann. Regnvann som renner gjennom avfallet kan føre til utlekking av miljøgifter (Kjeldsen m. fl, 2002). Townsend m. fl. (2004) undersøkte 12 ulike elektroniske produkter, blant annet dataskjermer, bærbare datamaskiner, TV-sett, printere og mobiltelefoner. Basert på resultatene var konklusjonen at produkter som inneholder en CRT-fargeskjerm eller kretskort med blyholdig loddetinn, har potensiale til å være farlig avfall. En annen studie fra Japan påviste bromerte flammehemmere i sigevann fra deponier. Det ble funnet at konsentrasjonene av PBDE-er og TBBPA var høyere for deponier med oppmalt EE-avfall (Osako m. fl., 2004). I tillegg til utlekking av forbindelser fra deponier, kan fordamping av flyktige forbindelser også forekomme, og har blitt dokumentert for eksempel kvikksølv (Lindberg m. fl., 2001). For mer om utlekking av miljøskadelige stoffer, se avsnitt 3.2.

5.3 Forbrenning

Risiko og farer assosiert med forbrenning av EE-avfall er utslipp av metallholdig røyk, særlig for metaller med lavt smeltepunkt som kobber, kadmium og bly. I tillegg kan pyrometallurgisk behandling av EE-avfall også føre til dannelse av bromerte og klorerte

furaner og dioksiner på grunn av tilstedeværelse av halogener i plasten i slikt avfall, for eksempel klor i PVC og brom i bromerte flammehemmere tilsatt i plast (Tsydenova og Bengtsson, 2011).

Under forbrenning av flammehemmere er kobber en katalysator for dannelsen av dioksiner, særlig under forbrenning av bromerte flammehemmere ved lave temperaturer (Robinson, 2009). Det har blitt gjort flere studier på forbrenning av EE-avfall, både kontrollerte eksperimenter og målinger i forbrenningsanlegg. I et eksperiment utført av Stewart og Lemieux, ble avgassen fra forbrenning av en miks av hovedkort (kretskort), samt tastatur og ramme fra datamaskiner analysert for metaller, halogener, flyktige og semi-flyktige organiske forbindelser, inkludert dioksiner, etter ufullstendig forbrenning. Det ble funnet betydelige mengder metaller i avgassen, mens mengden dioksiner sluppet ut lå godt under grenseverdiene.

Sammenhengen mellom innhold av bromerte flammehemmere i EE-avfall, og dannelsen eller utslipp av dioksiner og furaner ved kontrollert forbrenning, er mindre tydelig. Noen studier indikerer dannelsen av dioksiner og furaner ved kontrollert forbrenning av denne typen avfall, og at innholdet av brom i avfallet er med på å avgjøre hvilke forbindelser som dannes. Andre studier har funnet at disse stoffene blir destruert termisk under forbrenningsprosessen, og fant liten effekt av innholdet av brom og klor på sluttmengdene dioksiner og furaner. Alle studiene vektla at det er viktig med forbrenning under kontrollerte former og at behandling av avgassen er avgjørende. Dette er oppsummert i Tsydenova m. fl. (2011).

6. Metode

Denne studien ble utført som et samarbeid med returselskapet Elretur AS og Norges geologiske undersøkelse (NGU). Det ble tatt prøver av ulike fraksjoner av EE-avfall fra WEEE Recycling AS. Gjennom omvisninger, samtaler og møter med ansatte ble det hentet inn informasjon om ulike avfallsfraksjoner, prosedyrer og avfallsstrømmer ved gjenvinningsanlegget. Dette presenteres i avsnitt 6.1, mens metoder for prøvetaking samt beskrivelse av prøver presenteres i avsnitt 6.2.

6.1 Gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS

Alle prøver av EE-avfallsfraksjoner, med unntak av mobiltelefoner, er tatt ved gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS. Dette er et behandlingsanlegg for EE-avfall som ligger på Øysand utenfor Trondheim (Figur 6). WEEE Recycling AS dekker ikke et spesifikt geografisk område, men får inn EE-avfall hovedsakelig fra Nordland og Midt-Norge (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Gjenvinningsanlegget helt i forkant av den miljøtekniske utviklingen og gjenvinningsgraden ligger på over 95 % (Weee Recycling As). Dette skriver WEEE Recycling AS på sin nettside:

«WEEE Recycling AS har et av verdens mest moderne anlegg for gjenvinning av EE-avfall og kuldemøbler. Vi miljøsanerer og reproducerer ikke-fornybare ressurser gjennom elektrisk og elektronisk avfallsbehandling»



Figur 6. Gjenvinningsanlegg for EE-avfall, WEEE Recycling AS, på Øysand utenfor Trondheim (Weee Recycling As).

Hos WEEE Recycling AS blir EE-avfall tatt imot og sortert inn i ulike fraksjoner som kjøleskap eller elektronikk (datamaskiner, TV-apparater, skrivere etc.). Miljøskadelige komponenter og stoffer fjernes manuelt (se avsnitt 4.1 om miljøsanering); her fjernes for eksempel KFK-gasser og kvikksølvbrytere i kuldemøbler, CRT-støv fra innsiden av gamle Tv-skjermer og tonerkassetter fra kopimaskiner. I tillegg sorteres all bromert plast ut før avfallet går gjennom maskineriet og kvernes ned til fraksjoner slik som den i figur 7. Maskinen som brukes til nedkverning kalles en «shredder» og materialet som kommer ut kalles «shredderfluff». Ulike fraksjoner kjøres gjennom shredderen hver uke.

Verdifraksjoner tas også ut, enten før eller etter nedkverning. Dette er fraksjoner som selges videre og blir håndtert ved andre anlegg, enten i Norge eller i land som Sverige eller Finland. Fraksjonene er verdifulle fordi de inneholder materialer som kan gjenvinnes. Eksempler på verdifraksjoner er batterier, kretskort, kjøleskap og plast fra kjøleskap, kobber og stål. Noen av verdifraksjonene inneholder miljøgifter i tillegg; disse håndteres da ikke hos WEEE Recycling AS men blir tatt hånd om hvor de selges til (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).



Figur 7. Nedkvernet elektrisk og elektronisk avfall hos gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS. Foto: Elise Hermo Rusti.

6.1.1 Avfallsstrømmer hos WEEE Recycling AS

Informasjon angående avfallsstrømmer hos WEEE Recycling AS ble hentet inn ved gjentatte besøk på gjenvinningsanlegget og gjennom samtaler med administrerende direktør Eirik Syrstad Brattli og markedssjef Thomas Hovset. Avfallsstrømmene ved anlegget endres etter som det blir funnet bedre og rimeligere løsninger for å ta vare på avfallet. Avfallsfraksjonene hos WEEE Recycling AS kan deles inn i tre hovedkategorier:

- Farlig avfall
- Verdifraksjoner
- Vanlig restavfall

Nærmere beskrivelse av fraksjonene og avfallsstrømmer vil bli gitt i avsnitt 6.1.1.1-3.

6.1.1.1 Farlig avfall

Fraksjoner av farlig avfall ved WEEE Recycling AS blir sortert ut og sendt til anlegg som håndterer slikt avfall. Avfallet går enten til forbrenning med energigjenvinning, destruksjon eller til deponi for farlig avfall. Mange organiske forurensninger uskadeliggjøres mest effektivt gjennom forbrenning. Eksempler på fraksjoner med organiske miljøgifter er bromplast og filterstøv, -som går som bromerte fraksjoner til Sakab i Sverige, hvor bromforbindelser uskadeliggjøres gjennom forbrenning. Her hentes det ut varme og elektrisitet fra avfallet, som så leveres til fjernvarmenettet og samtidig renses røykgassen (Sakab). Tabell 8 gir en oversikt over alle farlig avfallsfraksjoner hos WEEE Recycling AS, hvor disse sendes og hva som gjøres med avfallet videre. For mer om håndtering av farlig avfall, se avsnitt 4.3.

All plast fra EE-produkter som har vært i nærheten av varme, for eksempel plast fra skrivere, kopimaskiner, bakdeler på gamle TV-apparater, strykejern, hårføner, varmeovner osv., kan forventes å inneholde bromerte flammehemmere. Denne fraksjonen kan også inneholde kretskort som ikke har blitt tatt ut (på grunn av at de ikke har stor nok verdi; innholdet av gull eller sølv kan for eksempel være for lavt), og disse vet man inneholder bromerte flammehemmere (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

Under prosessen med nedkverning av EE-avfall, suges støv ut på flere punkter, dette blant annet for å begrense brannfare (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Denne fraksjonen kalles filterstøv og kan inneholde plastbiter med bromerte flammehemmere. Filterstøv går som bromert fraksjon når den sendes videre (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

Støv fra belegget på innsiden av gamle data- og TV-skjermer, kalles CRT-støv. Dette støvet er tromlet av og vil derfor også inneholde noen små biter fra selve glasset (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

Tabell 8. Farlig avfall-fraksjoner hos WEEE Recycling AS (T. Hovset og E. Brattli, 2013, personlig kommunikasjon)

Fraksjon beskrivelse	Sendes til	Behandling
Asbest	Heggstadmoen deponi eller Meldal miljøsanering	Deponi
Kondensatorer m/PCB Kondensatorer u/PCB	Ekokem (Finland)	Forbrenning med energigjenvinning
Røykvarslere	Institutt for energiteknikk (Akershus)	Deponi. Kildene tas først ut
Bromert plast	SAKAB (Sverige)	Forbrenning med energigjenvinning
Filterstøv	SAKAB (Sverige)	Forbrenning med energigjenvinning
Purstøv m/olje og klor (isolasjon i kjøleskap). Gassen tas ut mens fint støv blir igjen	Renor AS (Brevik)	Forbrenning; i sementproduksjon
Tonerkassetter fra kopimaskiner	Børstad som sender til Renor	Forbrenning med energigjenvinning
KFK-gasser	Stiftelsen Returgass	Kan brukes i betongproduksjon
Knust CRT-glass. Inneholder mye bly	SAKAB (Sverige)	Brukt som drenering i deponi (ingen avrenning)
CRT-støv	NOAH AS (Langøya)	Deponi
Kvikksølv i komponenter (brytere, ampuller, kretskort). Hele komponenter sendes.	K+S Entsorgung (Tyskland)	Deponi
Lysstoffrør Sparepærer	Stena Recycling AS. (som sender lysstoffrør til Sweden Recycling)	(Ikke kjent)
Oljeholdig avfall og spillolje fra motorer og olje fra trafoer (kan inneholde PCB)	Verdalskalk	(Ikke kjent)
Kompressorolje	Renor AS (Brevik)	(Ikke kjent)
Beryllium (i kretskort)	SAKAB eller Ekokem	Destruksjon

6.1.1.2 Verdifraksjoner

Verdifraksjoner er avfall som inneholder verdifulle materialer, som oftest metaller. Alle disse fraksjonene selges og sendes videre til bedrifter som behandler dette videre. For farlig avfall-fraksjoner er det full åpenhet om hvor sendes, men dette gjelder ikke for verdifraksjonene siden det er konkurranse mellom de ulike returselskapene (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Under beskrives noen av verdifraksjonene hos WEEE Recycling AS nærmere, og en oversikt over alle verdifraksjoner er vist i tabell 9.

Et eksempel på en verdifraksjon er mobiltelefoner, hvor batteriet tas ut og sendes til Batteriretur AS mens resten av telefonen går, som en del av fraksjonen «høyverdi kretskort», til gjenvinning av metaller. Kretskortene kan stamme fra alle mulige elektriske og elektroniske produkter som inneholder kretskort, som datamaskiner, TV-apparater, mobiltelefoner og lignende (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

«E-kjøring» er en annen verdifraksjon. Materialene i fraksjonen E-kjøring kommer fra EE-avfall som er kjørt gjennom shredderen. Dette kan være alt fra telefoner, datamaskiner og TV-apparater, men ikke kuldemøbler som for eksempel kjøleskap. Alt som er større enn 10 mm, samt plast og kretskort er tatt ut, men fraksjonen er ikke helt ren da det er noe plast og kretskort igjen. Den må derfor sorteres om igjen hos WEEE Recycling AS eller sendes til et annet sorteringsanlegg for å få en renere metallfraksjon (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Ved WEEE Recycling har de to ulike fraksjoner av E-kjøring; E-kjøring og «fines», som er støv fra E-kjøringsprosessen. Dette er alt av elektronikk kjørt gjennom shredderen, hakket finere enn støv. Fraksjonen kan inneholde bromerte flammehemmere, kobber, gull og sølv. Denne fraksjonen selges og blir sortert (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

6.1.1.3 Vanlig restavfall

De fraksjonene som ikke går som verdifraksjoner eller farlig avfall, går som vanlig restavfall. Dette gjelder blant annet treverk, plast og papp. Vanlig restavfall sendes til aktører som Norsk gjenvinning og Retura for energi- eller materialgjenvinning. Noe går også til deponi. Betong fra vaskemaskiner er også restavfall. Betong uten armeringsjern blir analysert for innhold av PCB og brukt til tilslag i betong og konstruksjonsmateriale (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

Tabell 9. Verdifraksjoner hos WEEE Recycling AS (T. Hovset og E. Brattli, 2013, personlig kommunikasjon)

Fraksjon	Beskrivelse
Kabler	
Kompressorer	
Kjøleskap og plast fra kjøleskap	
Metall type 1	Al + Cu
Stål	
«Krushed» motor	Mye Cu
Kjølerister	Cu + Al og litt stål
Høyverdi kretskort	Inkludert mobiltelefoner uten batteri
Kretskort	
Batteri	Sorteres inn i Li, Ni-Cd, Pb
Plast ABS	Vanlig elektronikk-kjøring
Cu-raff 1	50-60 % Cu
Cu-raff 2	20 % Cu
E-kjøring	Alt av elektronikk (datamaskiner, telefoner, etc.) bortsett fra kjøleskap.
Støv fra E-kjøring, kalt «fines»	Dette er alt av elektronikk kjørt gjennom shredderen og hakket finere enn støv. Fraksjonen kan inneholde BFH, Cu, Au, Ag. Selges og blir sortert.
El-motorer	
TV-spoler	
Kompleks jern	Shredderfraksjon

6.2 Prøvetaking og prøver

Tre prøvetakinger ble utført, hvor det ble tatt prøver av ulike fraksjoner av EE-avfall, samt prøver av støv fra ulike overflater inne i gjenvinningsanlegget WEEE Recycling AS. Prøver av oppmalte mobiltelefoner ble tilsendt fra Alternativ Data, som eies av Elretur AS, mens hele mobiletelefoner ble samlet inn fra bekjente. Prøvetakingen ble utført i tidsrommet november 2011 - mars 2013. En oversikt over alle prøver er vist i tabell 10, og mer detaljert beskrivelse av prøvene og hva de ble analysert for er presentert i avsnitt 6.2.1-5.

Tabell 10. Oversikt over alle prøver av EE-avfall, mobiltelefoner og støv.

Fraksjon	Prøve nr.	Beskrivelse	Metode for prøvetaking	Tidspunkt prøvetaking
Kretskort	1	Oppmalte kretskort fra ulike EE-produkter	Standard metode ved bedriften*	Jan. 2013
	1a	Del av kretskort	Plukkprøve	
Bromplast	2	Oppmalt plast som forventes å inneholde brom	Standard metode ved bedriften*	
	2a-c	Deler av bromplast	Plukkprøver	
E-kjøring	3	Avfall E-kjøring**	Standard metode ved bedriften*	Nov. 2011
E-kjøring «Fines»	4	Støv fra E-kjøring**	Plukkprøve	
Filterstøv	5	Filterstøv fra prosess	Plukkprøve	
CRT-støv	6	Støv fra belegg på innsiden av CRT-skjermer	Plukkprøve	Sept. 2012
Grov malt shredderfluff	R1-8	Nedkvernet EE-avfall	Plukkprøve	
Mobiltelefoner	M1-13	Mobiltelefon shredderfluff; Hele telefoner (uten batteri); batteri; plastomslag	Plukkprøver	Apr. 2012/ Feb. 2013
Støv	S1	Støv fra overflater i gjenvinningsanlegg	Stikkprøve	Sept. 2012

* Standard metode for prøvetaking ved WEEE Recycling AS (vedlegg 1).

** E-kjøring: Fraksjon av elektrisk og elektronisk avfall som kjøres gjennom shredderen etter at annet er plukket ut (se avsnitt 6.1.1.2).

De fleste prøvene som ble tatt var plukkprøver. Det vil si at det ble hentet ut prøvemateriale av en fraksjon som en engangsprøve. Tre av prøvene (prøve 1-3) ble tatt ved standard metode for prøvetaking ved bedriften. En prøve på omtrent 5 kg (ca. 15 liter) ble da tatt ut hver time i løpet av en arbeidsdag eller et skift, og de 7-8 prøvene ble til slutt slått sammen til en stor prøve. Dette er beskrevet nærmere i vedlegg 1.

Alle prøvene ble sendt til akkrediterte laboratorier hvor det ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter. For dette prosjektet ble Eurofins AS og Activation Laboratories Ltd. benyttet. Prøvene ble oppsluttet og analysert for grunnstoffer (As, Pb, Hg, Cd, Cr, Cu, Ni og Zn) og organiske forbindelser (PBDE og PCB). De fleste prøvene ble analysert for alle de valgte miljøgiftene, men enkelte prøver ble analysert for kun noen av disse. Dette er beskrevet nærmere under hvert avsnitt nedenfor.

Organiske forbindelser er i hovedsak analysert ved bruk av gasskromatografi med massespektrometrisk (GC-MS) påvisning, mens for grunnstoffanalyser er hovedsakelig induktiv koplet plasma massespektrometri (ICP-MS) benyttet. Analysemetodene for alle forbindelser er oppgitt i analyserapportene fra Eurofins AS og Activation Laboratories Ltd., gitt i vedlegg 2-10. Presentasjonen av prøvene er hovedsakelig lagt opp etter når de er tatt

og hvilken metode for prøvetaking som er brukt. Prøver tatt på samme tidspunkt er sendt til analyse samtidig, og disse er hovedsakelig presentert i samme avsnitt under.

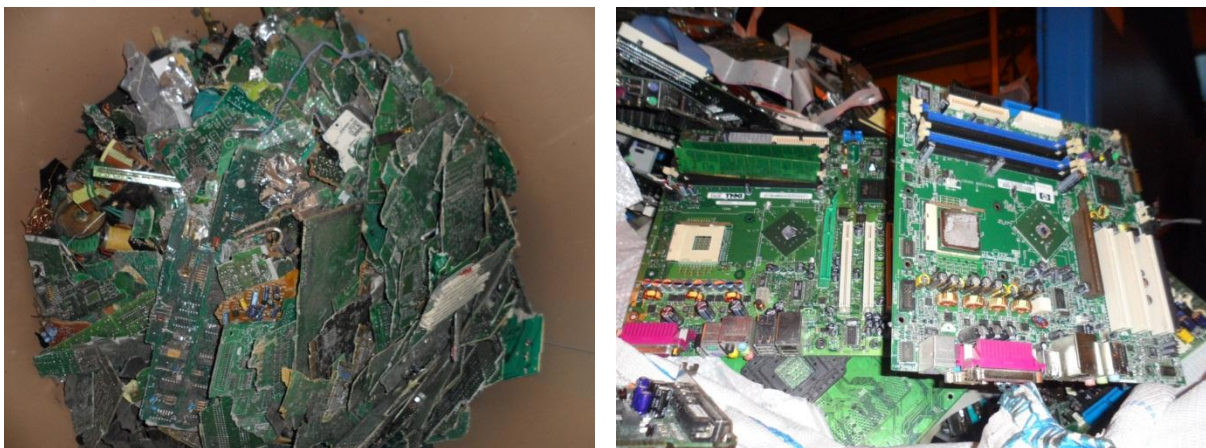
6.2.1 Kretskort, bromplast og «E-kjøring»

Under den siste prøvetakingsrunden (januar 2013) ble det tatt prøver av kretskort, bromplast og E-kjøring (prøve 1-3) hos WEEE Recycling AS. Prøvetakingen ble utført av ansatte på gjenvinningsanlegget etter standard metode for prøvetaking ved bedriften (vedlegg 1). Nærmere beskrivelse av de enkelte prøvene finnes i avsnitt 6.2.1.1-3.

Prøvene ble delt opp og sendt til ulike laboratorier for analyse. En del (ca. 100-500 g), ble sendt til Eurofins AS for analyse av organiske miljøgifter (PBDE og PCB), mens en annen del (ca. 100-500 g) ble sendt til Activation Laboratories Ltd. for analyse av grunnstoffer (metaller og arsen).

6.2.1.1 Kretskort

En prøve av fraksjonen oppmalte kretskort ble tatt ut av ansatte på WEEE Recycling AS (Figur 8), og en del av denne ble sendt til analyse (prøve 1). Det ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter. Ut fra fraksjonen av oppmalte kretskort ble det i tillegg tatt en plukkprøve (prøve 1a) hvor et kretskort ble tatt ut og analysert.



Figur 8. Til venstre: Prøvefraksjon av kretskort hos WEEE Recycling AS hvor prøve 1 og 1a ble tatt ut. Til høyre: Biter av kretskort hos WEEE Recycling AS. Foto: Elise Hermo Rusti.

6.2.1.2 Bromplast

En prøve av fraksjonen bromert plast ble tatt ut av ansatte på WEEE Recycling AS (Figur 9), og en del av denne ble sendt til analyse (prøve 2). Av bromplasten ble det også tatt tre plukkprøver (prøve 2a-c) som besto av biter av plast med ulike farger. Prøve 2a var blå plast, prøve 2b var lys grå plast mens prøve 2c var mørk grå plast. Bromplasten ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter.



Figur 9. Til venstre: Bromert plast hos WEEE Recycling AS. Til høyre: Prøvefraksjon av bromplast hvor prøve 2 og 2a-c ble tatt ut. Foto: Elise Hermo Rusti.

6.2.1.3 E-kjøring

En prøve av fraksjonen «E-kjøring» ble tatt ut av ansatte på WEEE Recycling AS (Figur 10), og en del av denne ble sendt til analyse (prøve 3). Prøven av fraksjonen E-kjøring ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter.



Figur 10. Prøvefraksjon av «E-kjøring» hos WEEE Recycling AS hvor prøve 3 ble tatt ut. Foto: Elise Hermo Rusti.

6.2.2 Støv fra E-kjøring («fines»), filterstøv og CRT-støv

I første runde av prøvetaking (november 2011) ble det tatt plukkprøver av støv fra E-kjøring («fines») (prøve 4) og filterstøv (prøve 5), mens CRT-støv (prøve 6) ble prøvetatt i andre prøvetakingsrunde (oktober 2012) (Figur 11). Alle prøver ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter.



Figur 11. Støv fra E-kjøring (fines) (prøve 4), filterstøv (prøve 5) og CRT-støv (prøve 6) hos WEEE Recycling AS.
Foto: WEEE Recycling AS/Belinda Flem/Janne Yttermo Blomli

6.2.3 Grovmalt shredderfluff

Grovmalt shredderfluff er en prøve som ble tatt av fraksjonen som ble kjørt gjennom shredderen dagen for prøvetaking (se avsnitt 6.1 om WEEE Recycling AS). Det ble tatt ut en stor plukkprøve som ble sortert inn i 8 underprøver på et av NGUs laboratorier. Sorteringen ble gjort for hånd ved å plukke ut større biter samt ved bruk av sikt og bøtte. En oversikt over prøvene og hva de ble analysert for er vist i tabell 11, og bilder av prøvene er vist i figur 12. De fleste prøvene var blandet med støv som var igjen i bøtta etter sikting (prøve R6). Prøvene ble analysert for bromerte flammehemmere, PCB og tungmetaller. Prøve R7 ble ikke analysert for organiske forbindelser, mens prøve R4 og R8 ikke ble analysert for metaller.

Tabell 11. Plukkprøve av grovmalt shredderfluff sortert inn i 8 underprøver og analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter.

Prøve	Beskrivelse	Analyser
R1	Hvit maling/papir	PBDE, PCB, tungmetaller + As
R2	Isopor-lignende	PBDE, PCB, tungmetaller + As
R3	Rest i sikt	PBDE, PCB, tungmetaller + As
R4	Gjennomsiktig plast	PBDE, PCB
R5	Svart skumgummi	PBDE, PCB, tungmetaller + As
R6	Rest i bøtte (støv)	PBDE, PCB, tungmetaller + As
R7	Aluminiumsfolie-lignende	Tungmetaller + As
R8	Sorte bånd	PBDE, PCB



Figur 12. Prøve av grovmalt shredderfluff hos WEEE Recycling AS, sortert inn i 8 fraksjoner.
Foto: Janne Yttermo Blomli

6.2.4 Mobiltelefoner

Det ble til sammen tatt 13 prøver av ulike fraksjoner av mobiltelefoner. Fraksjonene som ble prøvetatt var mobiltelefon-shredderfluff uten batteri (prøve M1 og M2) (Figur 13); hele mobiltelefoner uten batteri (prøve M3-M6); batterier fra mobiletelefoner (prøve M7-M11) og deksel til mobiltelefoner (prøve M12 og M13). De oppmalte mobiltelefonene ble tilsendt fra Alternativ Data AS som eies av Elretur, og resten av mobiltelefonene og batteriene ble samlet inn fra bekjente. En oversikt over prøvene og hva de ble analysert for, er vist i tabell 12.



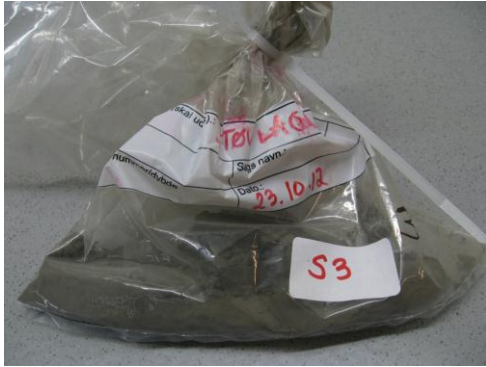
Figur 13. Shredderfluff av mobiltelefoner. Foto: Elise Hermo Rusti

Tabell 12. Oversikt over prøver tatt av mobiltelefoner.

Prøvebeskrivelse	Pr.nr.	Modell og utgivelsesår	Analyser
Shredderfluff av mobiltelefoner (uten batteri)	M1	-	PBDE, PCB, tungmetaller og arsen
	M2	Nokia: 6300, 8210, N76, 6660, N70, N80, 6233 og E52 Sony Ericsson: T68 og W800i	
Mobiltelefon (uten batteri)	M3	Nokia 5100 Knappetelefon gitt ut i 2003	PBDE, PCB, tungmetaller og arsen
	M4	Nokia 5800d-1 Touchtelefon gitt ut i 2008	
	M5	Nokia C2 Knappetelefon gitt ut i 2011	
	M6	Nokia 3310 Knappetelefon gitt ut i 2000	
Batteri til mobiltelefon	M7	Ukjent modell	PBDE, PCB, tungmetaller og arsen
	M8	Li-ion fra Nokia 3310	
	M9	Nokia BL-4C fra Nokia 5100	
	M10	Nokia BL-5J fra Nokia 5800d-1	
	M11	BL-5C Li-ion fra Nokia C2	
Deksel til mobiltelefon	M12	Nokia 5100	PCB, tungmetaller og arsen
	M13	Nokia 5800d-1	

6.2.5 Støvprøver

Prøvene av støv skiller seg fra resten av prøvene som er tatt siden det ikke er prøver av EE-avfall men av støv fra overflater inne i gjenvinningsanlegget (Figur 14). Ulike overflater ble kostet for støv ved bruk av gummihansker og prøvetakingsposer; i alt fire prøver ble tatt. En prøve ble tatt fra et lager for sluttprodukt og en annen fra et «mellomlager», hvor det ble kostet støv fra vinduskarmer og overflater på maskiner og lignende. En tredje prøve ble tatt på et arbeidsrom med samlebånd for sortering av småelektrisk. Her ble prøven tatt fra et metallrør over samlebåndet. En siste prøve ble tatt i en «produksjonshall», hvor alle typer overflater som trappekanter, tanker, tønner og lignende, ble kostet for støv. Støvet ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter.



Figur 14. Prøve av støv (prøve S1) fra overflater i gjenvinningsanlegg for EE-avfall (WEEE Recycling AS). Foto: Janne Yttermo Blomli

7. Resultater og diskusjon

Resultater for prøver av EE-avfall og en prøve av støv fra overflater hos WEEE Recycling AS, samt prøver av mobiltelefoner, er presentert i tabeller i ulike avsnitt under. Prøvene ble analysert for utvalgte grunnstoffer og organiske miljøgifter. Der hvor det er funnet konsentrasjoner som overskrider grenseverdien for farlig avfall, er verdiene i tabellene uthevet.

7.1. Kretskort, bromplast og E-kjøring

Innhold av ulike miljøgifter i prøver av kretskort, bromplast og E-kjøring er vist i tabell 13. I tabellen vises kun hovedprøvene som ble tatt ut ved egen prøvetakingsmetode av bedriften selv (vedlegg 1). Resultater for plukkprøver av fraksjonene kretskort og bromplast er vist i tabell 14 (se avsnitt 6.2.1 for beskrivelse av prøvene).

Prøve 1, 2 og 3 vil være de mest representative prøvene i denne studien, på grunn av prøvetakingsmetoden. Likevel, typen avfall som er prøvetatt er ofte inhomogen, så det vil være en utfordring å ta prøver som er 100 % representative for avfallsfraksjonen.

7.1.1 Kretskort

Prøvene av kretskort (prøve 1 og 1a) inneholder store mengder bly og kobber; konsentrasjonene ligger langt over grensen for farlig avfall for begge prøvene (se tabell 6). Det var forventet at kretskortprøvene inneholdt mye bly og kobber, da disse metallene er sentrale bestanddeler i kretskort (Tsydenova og Bengtsson, 2011). I begge prøvene av kretskort er det i tillegg funnet arsen, krom, nikkel og sink i konsentrasjoner under grenseverdien for farlig avfall. I prøve 1a er det påvist kvikksølv, men i små mengder.

Mengden bromerte flammehemmere i prøvene er generelt lav, med enkelte høyere konsentrasjoner, som dekabromdifenyleter på 230 mg/kg og TBBPA på 77 mg/kg. Likevel overskrider ikke konsentrasjonene grenseverdien for farlig avfall på 2500 mg/kg. Det er ikke overraskende at prøvene inneholder TBBPA og dekabromdifenyleter da disse ofte er tilsatt som flammehemmere i kretskort (Tsydenova og Bengtsson, 2011). Konsentrasjonene av PCB i kretskortprøvene er meget lave, med flere verdier under deteksjonsgrensen.

Ved fragmenteringsanlegget WEEE Recycling AS går kretskortfraksjoner ikke som farlig avfall, men selges videre etter sortering og shredding. Fraksjonene går til gjenvinning av metaller (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Da det ble funnet konsentrasjoner av enkelte metaller over grenseverdien for farlig avfall, bør denne fraksjonen behandles som farlig

avfall. Siden fraksjonen selges videre vil håndteringen av miljøfarlige stoffer blir overlatt til anlegget som kjøper fraksjonen.

Tabell 13. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøve av kretskort (prøve 1), bromplast (prøve 2) og E-kjøring (prøve 3) (mg/kg).

Forbindelse	Prøve 1 Kretskort	Prøve 2 Bromplast	Prøve 3 E-kjøring
PBDE (polybromerte difenyletere)			
Dekabromdifenyleter	230	7300	28
Heksabromdifenyleter	<10	<10	<10
Heksabromsyklododekan	<10	<10	<10
Heptabromdifenyleter	<10	<10	<10
Nonabromdifenyleter	<10	47	<10
Oktabromdifenyleter	<10	<10	<10
Pentabromdifenyleter	<10	<10	<10
Tetrabrombisfenol A	77	720	52
Tetrabromdifenyleter	<10	<10	<10
PCB(7)			
PCB 28	<0,01	<0,01	0,06
PCB 52	<0,01	<0,01	0,056
PCB 101	<0,01	<0,01	0,022
PCB 153	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 138	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 180	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 118	<0,01	<0,01	0,018
Sum PCB7	nd	nd	0,16
Arsen (As)	9	9	11
Bly (Pb)	14200	302	1440
Kadmium (Cd)	<2	<2	<2
Krom (Cr)	80	240	600
Kobber (Cu)	248000	26900	51000
Nikkel (Ni)	1420	240	2230
Sink (Zn)	10300	500	4230

Tabell 14. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i plukkprøver av kretskort (prøve 1a) og bromplast (prøve 2a-c) (mg/kg).

Forbindelse	Prøve 1a Kretskort	Prøve 2a Bromplast	Prøve 2b Bromplast	Prøve 2c Bromplast
PBDE (polybromerte difenyletere)				
Dekabromdifenyleter	35	0,12	<0,1	2,1
Heptabromdifenyleter	0,028	1,1	1,2	260
Heksabromdifenyleter	<0,01	0,050	<0,01	0,048
Heksabromsyklododekan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nonabromdifenyleter	0,18	0,54	0,77	12
Oktabromdifenyleter	0,28	1,1	1,1	16
Pentabromdifenyleter	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	27	2,7	14	330
Tetrabromdifenyleter	<0,01	0,086	<0,01	<0,01
PCB(7)				
PCB 28	0,02	0,03	0,56	0,03
PCB 52	0,08	0,11	0,25	0,10
PCB 101	0,07	0,16	0,35	0,08
PCB 118	0,07	0,14	0,34	0,08
PCB 153	0,04	0,08	0,18	0,04
PCB 138	0,05	0,08	0,26	0,06
PCB 180	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Sum 7 PCB	0,33	0,61	1,95	0,39
Arsen (As)	19	0,9	1,0	4,3
Bly (Pb)	24700	3	25	5
Kadmium (Cd)	9,8	<0,2	4,0	4,6
Krom (Cr)	140	4	5	6
Kobber (Cu)	197000	89	33	6
Nikkel (Ni)	5460	4	9	7
Kvikksølv (Hg)	0,20	<0,07	0,26	<0,07
Sink (Zn)	18700	97	410	1340

7.1.2 Bromplast

Det er ikke overraskende at bromerte fraksjoner som bromplast (prøve 2 og 2a-c) inneholder bromerte flammehemmere, men mengden av de ulike forbindelsene varierer mellom prøvene, samt innad i hver prøve. Den høyeste konsentrasjonen av bromerte flammehemmere er funnet for dekabromdifenyleter (7300 mg/kg) i hovedprøven av bromplast (prøve 2). Denne konsentrasjonen er det dobbelte av grenseverdien for farlig avfall på 2500 mg/kg, men alle andre kongenere ligger under denne grenseverdien. Konsentrasjonen funnet av heptabromdifenyleter i prøve 2c er 260 mg/kg, mens TBBPA i

prøve 2 og 2c er 720 og 330 mg/kg. Generelt er konsentrasjonen av bromerte flammehemmere i plukkprøvene (prøve 2a-c) lave. En mulig forklaring kan være at all plast som mistenkes å inneholde brom blir sortert ut som bromert fraksjon av arbeidere ved WEEE Recycling AS, og dermed vil en del plast med lavt innhold av, eller helt uten brom, også kunne bli sortert ut.

Konsentrasjonen av PCB i hovedprøven av bromplast (prøve 2) ligger under deteksjonsgrensen. I plukkprøvene (prøve 2a-c) er det derimot funnet små mengder PCB, med høyeste konsentrasjon av sum PCB7 på 1,95 mg/kg for prøve 2b. Verdien funnet for PCB ligger godt under grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg.

Det er merkelig at det ble funnet PCB i plukkprøver, men ikke i hovedprøven selv. Årsaken til dette ligger mest sannsynlig i metoden for prøvetaking. Hovedprøven ble tatt ut fra en større fraksjon av bromplast, -som var for stor til å sendes til analyse som en helhet. Plukkprøvene, i tillegg til hovedprøven, ble tatt fra den opprinnelige fraksjonen av bromplast. Dermed kan de utvalgte bitene av plast inneholde PCB mens hovedprøven ikke inneholder PCB. I tillegg er konsentrasjonene for PCB relativt lave.

Tungmetallinnholdet i prøvene av bromplast (prøve 2 og 2a-c) er generelt lavt, med unntak av kobber i hovedprøven (prøve 2) på 26 900 mg/kg, som overskrider grenseverdien for farlig avfall (se tabell 6). Det er noe underlig at innholdet av kobber er så høyt i en prøve av plast. En mulig forklaring på dette kan være at det har kommet med kobbertråder i prøven. Vi kan se av resultatene for plukkprøvene av bromplast at innholdet av kobber her er mye lavere. Høye verdier av kobber kan utgjøre en fare for vannlevende organismer dersom dette lekker ut til grunn- eller overflatevann (Flemming og Trevors, 1989).

Hos WEEE Recycling AS sendes bromerte fraksjoner til energigjenvinning hos Sakab i Sverige, hvor bromforbindelser uskadeliggjøres gjennom forbrenning (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon) (Sakab).

7.1.3 «E-kjøring»

I prøven av E-kjøring (prøve 3) er det påvist små mengder PCB, med verdier under grensen for farlig avfall på 50 mg/kg. Innholdet av bromerte flammehemmere er generelt lavt, med høyeste konsentrasjon av TBBPA på 52 mg/kg, som fortsatt ligger under grenseverdien for farlig avfall (se tabell 7).

Innholdet av kobber i prøven av E-kjøring er høyt, med en konsentrasjon på 51 000 mg/kg - det dobbelte av grensen for farlig avfall (se tabell 6). Dette er imidlertid ikke overraskende siden denne fraksjonen kan bestå av mange ulike EE-produkter som er kvernet ned, og kobber ofte inngår i mange slike produkter. Hos WEEE Recycling AS blir fraksjonen «E-

kjøring» solgt videre for så å bli finsortert og videreforedlet ved et annet anlegg (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

7.2 Støv fra E-kjøring (fines), filterstøv og CRT-støv

Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøver av støv fra E-kjøring, kalt «fines» (prøve 4), filterstøv (prøve 5) og CRT-støv er vist i tabell 15 (se avsnitt 6.2.2 for beskrivelse av prøvene).

7.2.1 Støv fra «E-kjøring» (fines)

Prøven av fraksjonen fines (prøve 4) inneholder mye bly, kobber og sink, hvor konsentrasjonen av alle disse overskrider grenseverdien for farlig avfall (se tabell 6). Alle kongenere av bromerte flammehemmere som er analysert er funnet i ulike konsentrasjoner i prøven, med høyeste konsentrasjon funnet for TBBPA på 130 mg/kg, og dekabromdifenyleter på 66,5 mg/kg. Ingen konsentrasjoner funnet for organiske miljøgifter overskrider grenseverdiene som er satt for farlig avfall (se tabell 6 og 7). Konsentrasjonen av sum PCB7 på 4,4 mg/kg for eksempel, ligger under grenseverdien på 50 mg/kg. Hos WEEE Recycling AS blir denne fraksjonen solgt videre for å bli finsortert og for gjenvinning av metaller (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

7.2.2 Filterstøv

Mengden bly i filterstøvet (prøve 5) overskrider grenseverdien for farlig avfall (se tabell 6). Det er et relativt høyt innhold av sum PCB7 i prøven (10 mg/kg) sammenlignet med alle andre prøver analysert, men verdien overskrider fortsatt ikke grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg (se tabell 6 og 7). Nivåene av bromerte flammehemmere er lave for de fleste kongenere undersøkt. Den høyeste konsentrasjonen er funnet for TBBPA på 133 mg/kg, noe som fortsatt ligger under grenseverdien for farlig avfall (se tabell 7).

Filterstøv er en fraksjon som representerer det avfallet som blir kjørt gjennom shredderen på et gitt tidspunkt, og vil dermed variere i innhold. Fraksjonen kan inneholde plastbiter med bromerte flammehemmere og går som bromert fraksjon når den sendes videre. Bromerte flammehemmerne blir tatt hånd om på en forsvarlig måte ved at de forbrennes ved høye temperaturer (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon).

Tabell 15. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøve av støv fra E-kjøring, kalt fines (prøve 4), filterstøv (prøve 5) og CRT-støv (prøve 6) (mg/kg). Prøver som ikke er undersøkt for de aktuelle forbindelsene, er vist med strek.

Forbindelse	Prøve 4 Fines	Prøve 5 Filterstøv	Prøve 6 CRT-støv
Grunnstoffer			
Arsen (As)	-	-	1
Bly (Pb)	17000	15000	16300
Kadmium (Cd)	6,9	110	330
Krom (Cr)	270	740	23
Kobber (Cu)	72000	9000	49
Kvikksølv (Hg)	2,4	8,2	1,7
Nikkel (Ni)	650	1300	130
Sink (Zn)	39000	17000	35500
PCB 7			
PCB 28	0,69	1,5	<0,01
PCB 52	0,38	0,37	<0,01
PCB 101	0,15	0,13	<0,01
PCB 118	1,9	3,6	<0,01
PCB 138	0,68	2,4	<0,01
PCB 153	0,54	1,8	<0,01
PCB 180	0,13	0,44	<0,01
Sum 7 PCB	4,4	10	<0,01
PBDE (polybromerte difenyletere)			
TriBDE	3,06	0,38	-
Tetrabromdifenyleter	27,4	3,39	0,15
Pentabromdifenyleter	17,3	4,16	0,22
Heksabromdifenyleter	5,42	1,07	<0,01
Heptabromdifenyleter	4,68	2,04	0,18
Oktabromdifenyleter	3,10	1,07	<0,01
Nonabromdifenyleter	4,08	4,04	<0,01
Dekabromdifenyleter (BDE-209)	66,5	90,2	15
HBDC (Heksabromsyklododekan)	0,976	3,86	<0,01
TBBPA (Tetrabrombisfenol A)	130	133	1900
BPA (Bisfenol A)	10.6	10.6	-
PBB (polybromerte bifenyler)*			
Tetrabrombifenyl	nd	nd	-
Pentabrombifenyl	nd	nd	-
Heksabrombifenyl	nd	nd	-
Heptabrombifenyl	nd	nd	-
Oktabrombifenyl	nd	nd	-
Nonabrombifenyl	nd	nd	-
Dekabrombifenyl #209	<0,08	0,95	-

* nd (non detecable): Konsentrasjonen er for lav til å detekteres

7.2.3 CRT-støv

Prøven av CRT-støv (prøve 6) inneholder store mengder bly og sink, begge disse overskrider grenseverdien for farlig avfall (se tabell 6). Det var forventet at CRT-støvet inneholdt mye bly og sink siden disse metallene er viktige bestanddeler i det fluoriserende belegget på innsiden av gamle TV- og dataskjermer (Tsydenova og Bengtsson, 2011).

Konsentrasjonen av bromerte flammehemmere i prøven av CRT-støv er generelt lave, mens konsentrasjonen av PCB-er ligger under deteksjonsgrensen. For TBBPA derimot, er konsentrasjonen relativt høy med en verdi på 1900 mg/kg. Dette kan være på grunn av at denne flammehemmeren er en av de mest brukte både i kretskort og i ABS-plast (acrylonitrile butadiene styrene), som ofte brukes i TV-apparater. Konsentrasjonen overskrider derimot ikke grenseverdien for farlig avfall på 2500 mg/kg.

7.3 Grovmalt shredderfluff

Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i grovmalt shredderfluff (prøve R1-8) er vist i tabell 16 (se avsnitt 6.2.3 for beskrivelse av prøvene).

Samlet sett er innholdet av PCB i denne shredderprøven nokså lavt for de fleste kongenere, med unntak av PCB 28 i prøve R4, R5 og R6. Konsentrasjonen av PCB 28 i prøve R5 er oppe i 8,2 mg/kg, noe som fortsatt ligger under grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg (tabell 6 og 7).

Det er funnet meget høye konsentrasjoner av enkelte bromerte flammehemmere i den grovmalte shredderprøven, særlig for dekabromdifenyleter (28 300 mg/kg) og pentabromdifenyleter (13 100 mg/kg) i prøve R5. Begge disse overskrider grenseverdien for farlig avfall; konsentrasjonen av dekabromdifenyleter er over ti ganger høyere enn grenseverdien på 2500 mg/kg. Flere kongenere av bromerte flammehemmere er funnet i høye konsentrasjoner i prøve R5, som er beskrevet som «svart skumgummi» i tabell 11. Også prøve R4, som er beskrevet som «gjennomsiktig plast», har en noe høy konsentrasjon av dekabromdifenyleter og TBBPA, men disse ligger under grenseverdien for farlig avfall (se tabell 7). Ut fra resultatene i tabell 16 ser det ut som om bromerte flammehemmere er tilsatt i mye større mengder i materialet i prøve R5 (og delvis i prøve R4), enn i de resterende underprøvene av den grovmalte shredderfluffen. Det er ikke usannsynlig at det er tilsatt mye bromerte flammehemmere i materialer som skumgummi og plast; i EE-produkter er det særlig plasten som inneholder slike forbindelser (Elretur, 2010b). Tungmetallinnholdet i shredderprøven er noe høyt for kobber, sink og bly, hvorav sistnevnte overskrider grenseverdien for farlig avfall i prøve R5 og R6.

Tabell 16. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøve av grovmalt shredderfluff, sortert inn i åtte underprøver (mg/kg). Prøver som ikke er undersøkt for de aktuelle forbindelsene er vist med strek.

Forbindelse	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
PBDE (polybromerte difenyletere)								
Dekabromdifenyleter	18	113	352	1620	28300	232	-	381
Heksabromdifenyleter	0,080	0,18	0,42	1,8	799	0,39	-	3,4
Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01
Heptabromdifenyleter	0,23	0,48	0,66	3,7	212	2,4	-	2,1
Nonabromdifenyleter	3,9	4,0	5,5	22	1820	2,7	-	8,8
Oktabromdifenyleter	0,58	0,96	0,75	3,4	253	1,0	-	1,7
Pentabromdifenyleter	0,92	4,3	6,7	37	13100	7,8	-	120
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	7,9	4,7	7,8	599	27,0	141	-	94
Tetrabromdifenyleter	0,35	1,4	3,7	12	8900	4,1	-	23
PCB 7								
PCB 28	0,6	2,6	1,3	4,1	8,2	4,1	-	<0,01
PCB 52	0,25	0,9	0,56	1,5	3,5	1,7	-	<0,01
PCB 101	0,09	0,38	0,17	0,49	1,1	0,58	-	<0,01
PCB 153	0,04	0,21	0,08	0,23	0,44	0,25	-	<0,01
PCB 138	0,07	0,33	0,12	0,34	0,77	0,39	-	<0,01
PCB 180	<0,01	0,12	0,04	0,11	0,22	0,14	-	<0,01
PCB 118	0,08	0,36	0,15	0,04	0,86	0,48	-	<0,01
Sum 7 PCB	1,13	4,85	2,41	6,81	15,1	7,7	-	<0,01
Arsen og metaller								
Arsen (As)	6,2	9,7	2,5		21	23	7,6	-
Bly (Pb)	240	1400	360		3960	3540	920	-
Kadmium (Cd)	240	33	19		170	190	29	-
Krom (Cr)	35	120	56		220	410	130	-
Kobber (Cu)	18200	3060	3530		5050	3570	4750	-
Nikkel (Ni)	50	240	82		540	1080	1150	-
Kvikksølv (Hg)	2,1	4,5	7,4		3,2	7,3	3,6	-
Sink (Zn)	1160	3880	960		8520	16100	4910	-

7.4 Mobiltelefoner

Det ble til sammen tatt 13 prøver av ulike fraksjoner av mobiltelefoner, disse ble analysert for grunnstoffer og organiske miljøgifter (se avsnitt 6.2.4 for beskrivelse av prøvene).

7.4.1 Mobiltelefon shredderfluff

Innholdet av grunnstoffer og organiske miljøgifter i mobiltelefon shredderfluff (uten batteri) er vist i tabell 17. Konsentrasjonen av flere enkeltkongenere bromerte flammehemmere

ligger under deteksjonsgrensen (se analyserapport, vedlegg 7 og 8), og er kun oppgitt med strek (se avsnitt 6.2.4 for beskrivelse av prøvene).

Tabell 17. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i to prøver av shredderfluff av mobiltelefoner (uten batteri) (mg/kg).

Forbindelse	Prøve M1 Shredderfluff	Prøve M2 Shredderfluff
PBDE (polybromerte difenyletere)		
Dekabromdifenyleter	0,974	1,260
Heptabromdifenyleter*	-	-
Heksabromdifenyleter*	-	-
Heksabromsyklododekan*	-	-
Nonabromdifenyleter*	-	-
Oktabromdifenyleter*	-	-
Pentabromdifenyleter*	-	-
Tetrabrombisfenol A *	-	-
Bisfenol A	6,30	5,16
Tetrabromdifenyleter*	-	-
Polyklorerte bifenyler (PCB 7)**	nd	nd
PCB 28	<0,0005	<0,0005
PCB 52	<0,0005	<0,0005
PCB 101	<0,0005	<0,0005
PCB 118	<0,0005	<0,0005
PCB 153	<0,0005	<0,0005
PCB 138	<0,0005	<0,0005
PCB 180	<0,0005	<0,0005
Arsen (As)	41	35
Bly (Pb)	19300	1600
Kadmium (Cd)	<2	<2
Krom (Cr)	19100	12800
Kopper (Cu)	335000	341000
Nikkel (Ni)	28400	12300
Sink (Zn)	63700	2810

* Konsentrasjonen ligger under kvantifikasjonsgrensen (se analyserapport, vedlegg 7).

** nd (non-detectable)

Konsentrasjonen av tungmetaller i prøve M1 og M2 er høyt, og verdiene for kobber og nikkel overskrider grensen for farlig avfall for begge prøvene (se tabell 6). Mengden bromerte flammehekkere derimot, ligger langt under grenseverdien for farlig avfall, som er 2500 mg/kg. Bisfenol A er funnet i høyest konsentrasjon, med henholdsvis 6,30 og 5,16 mg/kg i

prøve M1 og M2, men de fleste kongenere ligger under deteksjonsgrensen (se analyserapport, vedlegg 7). Det er ikke påvist PCB i shredderprøvene av mobiltelefoner (se avsnitt 7.4.5 for oppsummerende diskusjon om mobiltelefoner).

7.4.2 Mobiltelefoner (uten batteri)

Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøver av mobiltelefoner uten batteri (prøve M3-M6) er vist i tabell 18 (se avsnitt 6.2.4 for beskrivelse av prøvene).

Innholdet av bromerte flammehemmere er lavt for alle prøvene av mobiltelefoner (prøve M3-6), og for de fleste kongenere ligger konsentrasjonen under deteksjonsgrensen på 0,01 mg/kg. I mobiltelefonen Nokia modell 5100 (prøve M3) derimot, er konsentrasjonen av dekabromdifenyleter oppe i 630 mg/kg, men denne ligger fortsatt under grenseverdien for farlig avfall (se tabell 7).

Det er påvist noe PCB i alle prøvene av mobiltelefoner, men innholdet er generelt lavt sammenlignet med grensen for farlig avfall på 50 mg/kg (tabell 6 og 7). Høyeste konsentrasjon er funnet i prøve M3, som er en Nokia 5100 produsert i 2003, med sum PCB7 på 0,80 mg/kg. Dette ligger langt under grensen for farlig avfall, som er 50 mg/kg.

Innholdet av metaller i prøvene er ikke uforventet høyt, med høyeste konsentrasjoner av kobber, nikkel og krom. Konsentrasjoner som overskrider grenseverdiene for farlig avfall er uthevet i tabell 18. Det er funnet konsentrasjoner høyere enn grensen for farlig avfall for metallene bly, krom, kobber, nikkel og sink (se tabell 6). Mengdene kadmium og kvikksølv i prøvene overskrider ikke grenseverdiene for farlig avfall.

Mobiltelefonen Nokia 3310 (prøve M6) har høyest innhold av alle metaller bortsett fra arsen og kvikksølv. Høyest innhold av sum PCB 7 og bromerte flammehemmere ble funnet i Nokia 5100 (prøve M3). Se avsnitt 7.4.5 for generell diskusjon om mobiltelefoner.

Tabell 18. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i mobiltelefoner uten batteri (mg/kg). Prøver som ikke er undersøkt for de aktuelle forbindelsene er vist med strek.

Forbindelse	Prøve M3 Nokia 5100	Prøve M4 Nokia 5800d-1	Prøve M5 Nokia C2	Prøve M6 Nokia 3310
PBDE (polybromerte difenyletere)				
Dekabromdifenyleter	630	<0,1	<0,1	<0,1
Heptabromdifenyleter	0,037	0,18	<0,01	<0,01
Heksabromdifenyleter	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Heksabromsyklododekan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nonabromdifenyleter	10	<0,01	<0,01	<0,01
Oktabromdifenyleter	0,25	0,014	<0,01	<0,01
Pentabromdifenyleter	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrabromdifenyleter	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	1,1	1,0	0,170	0,71
Bisfenol A	-	-	-	9,6
PCB (polyklorete bifenyler)				
PCB 28	0,03	0,02	<0,01	<0,01
PCB 52	0,14	0,10	0,018	<0,01
PCB 101	0,20	0,11	0,018	<0,01
PCB 118	0,16	0,08	<0,01	<0,01
PCB 153	0,12	0,06	0,029	<0,01
PCB 138	0,12	0,05	0,046	0,011
PCB 180	0,03	<0,01	0,016	<0,01
Sum 7 PCB	0,80	0,42	0,13	0,01
Arsen (As)	82	23	11	5
Bly (Pb)	3500	51	34	3220
Kadmium (Cd)	0,2	0,2	<0,2	1,4
Krom (Cr)	1960	1320	55700	19800
Kopper (Cu)	102000	140000	120000	214000
Nikkel (Ni)	10700	2340	33400	383000
Kvikksølv (Hg)	0,10	<0,07	0,07	<0,07
Sink (Zn)	2700	21300	7960	43100

7.4.3 Batterier fra mobiltelefoner

Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøver av batterier fra mobiletelefoner (prøve M7-M11) er vist i tabell 19 (se avsnitt 6.2.4 for beskrivelse av prøvene).

Tabell 19. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i batterier fra mobiltelefoner (mg/kg). Prøver som ikke er undersøkt for de aktuelle forbindelsene er vist med strek.

Forbindelse	Prøve M7 Batteri	Prøve M8 Nokia 3310	Prøve M9 Nokia BL-4C	Prøve M10 Nokia BL-5J	Prøve M11 Nokia BL-5C
Polyklorete bifenyler (PCB 7)	2,43	0,09	1,86	0,73	0,03
PCB 28	0,51	<0,01	0,11	0,03	<0,01
PCB 52	1,0	<0,01	0,42	0,14	<0,01
PCB 101	0,47	0,017	0,46	0,18	<0,01
PCB 118	0,28	<0,01	0,35	0,14	<0,01
PCB 153	0,08	0,026	0,24	0,10	0,013
PCB 138	0,08	0,029	0,25	0,13	0,018
PCB 180	0,01	0,014	0,03	0,01	<0,01
Arsen	47	22,4	26	73	46,1
Bly	220	10	57	27	91
Kadmium	0,3	<0,2	0,3	0,2	<0,2
Krom	72	94300	3240	110	92
Kopper	148000	41700	97400	42700	59200
Nikkel	390	9100	16700	4600	6570
Kvikksølv	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Sink	150	170	600	420	370
PBDE (polybromerte difenyletere)					
Dekabromdifenyleter	-	0,14	-	-	-
Heptabromdifenyleter	-	<0,01	-	-	-
Heksabromdifenyleter	-	<0,01	-	-	-
Heksabromsyklododekan (HBCD)	-	<0,01	-	-	-
Nonabromdifenyleter	-	0,012	-	-	-
Oktabromdifenyleter	-	<0,01	-	-	-
Pentabromdifenyleter	-	<0,01	-	-	-
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	-	0,14	-	-	-
Tetrabromdifenyleter	-	<0,01	-	-	-

Det er påvist PCB i alle prøvene, men konsentrasjonene ligger under grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg. Prøve M7 har den høyeste konsentrasjonen av PCB 7 på 2,43 mg/kg. Det er analysert for bromerte flammehemmere kun for prøve M9. Konsentrasjonene funnet er lave og ligger under grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg (se tabell 6 og 7).

Konsentrasjonen av kobber overskrider grensen for farlig avfall for alle batteriene undersøkt, og det samme gjelder konsentrasjonen av nikkel, med unntak av prøve M7. Det er ikke uventet at batterier inneholder mye kobber og nikkel. Konsentrasjonene av kadmium og kvikksølv i batteriene ligger under grenseverdien for farlig avfall for disse, men mengden krom i prøve M8 overskrider denne grensen for både tre- og seksverdig krom (25 000 og 1000 mg/kg) (se tabell 6). Det er imidlertid ikke klart hvilken form av krom som er tilstede i prøven. Noe bly, arsen og sink finnes i prøvene, men konsentrasjonene er ikke spesielt høye.

Batterier hos WEEE Recycling AS sendes til Batteriretur AS og tas hånd om der (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Se avsnitt 7.4.5 for oppsummerende diskusjon om mobiltelefoner.

7.4.4 Deksel til mobiltelefoner

Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøver av deksler til mobiletelefoner (prøve M12 og M13) er vist i tabell 20 (se avsnitt 6.2.4 for beskrivelse av prøvene).

Tabell 20. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i deksler til mobiltelefoner (mg/kg).

Forbindelse	Prøve M12 Nokia 5100	Prøve M13 Nokia 5800d-1
Polyklorete bifenyl (PCB 7)	1,06	0,10
PCB 28	0,05	0,02
PCB 52	0,20	0,03
PCB 101	0,27	0,03
PCB 118	0,21	0,02
PCB 153	0,15	<0,01
PCB 138	0,16	<0,01
PCB 180	0,02	<0,01
Arsen (As)	0,8	<0,8
Bly (Pb)	6	4
Kadmium (Cd)	<0,2	<0,2
Krom (Cr)	22	6
Kopper (Cu)	24	8
Nikkel (Ni)	22	4
Kvikksølv (Hg)	<0,07	<0,07
Sink (Zn)	200	25

Det er påvist PCB i begge prøvene av deksel til mobiltelefoner (prøve M12 og M13). Konsentrasjonene funnet er lave og ligger under grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg (tabell 6 og 7).

Ikke uventet er innholdet av metaller i dekslene meget lavt, men bly, krom, kobber, nikkel og sink er påvist i begge prøvene. Se avsnitt 7.4.5 for oppsummerende diskusjon om mobiltelefoner.

7.4.5 Generell diskusjon mobiltelefoner

Det er funnet bromerte flammehemmere i noen av prøvene av mobiltelefoner, men ikke alle prøvene ble analysert for dette. Det er generelt funnet lave konsentrasjoner, med noen unntak. Den høyeste enkeltkonsentrasjonen ble funnet for dekabromdifenyleter på 630 mg/kg i mobiltelefonen Nokia 5100 (prøve M3), men denne ligger fortsatt under grensen for farlig avfall. Prøvene av mobiltelefon shredder (prøve M1 og M2), samt mobiltelefon Nokia 3310 (prøve M6), har konsentrasjoner av BPA på 5,16 - 9,6 mg/kg.

Innholdet av metaller i alle mobiltelefonfraksjonene, utenom plastdekslene, er høyt, noe som ikke er overraskende siden store deler av mobiltelefoner består av metaller. Omtrent 25 % av en gjennomsnittlig mobiltelefon består av metaller, hvor kobber dominerer (Gire Dahl, 2012). Nivåene av krom, kobber, nikkel og til dels sink i mobiltelefonprøvene er høye, og flere av prøvene har metallkonsentrasjoner som overskrider grensen for farlig avfall (se tabell 6).

Det er påvist PCB i alle prøvene av mobiltelefoner (prøve M3-6), batterier (prøve M7-11) og deksler (prøve M12 og M13), men ikke i shredderprøvene (prøve M1 og M2). Innholdet av sum PCB 7 i batteriene er generelt noe høyere enn i mobiltelefonene (uten batteri). Såpass høye tall for PCB-er tyder på at det er en kilde til PCB i noen komponenter i dette avfallet. Det er ikke forventet at mobiltelefoner inneholder PCB, da det er forbud mot bruk av dette. Ut fra analysene utført her er det vanskelig å si noe om hvor dette stammer fra, men det er muligens plastmaterialet i de undersøkte produktene som er kilden til PCB. Det er kjent at PCB tidligere har blitt brukt blant annet som mykgjørere i plast, og ifølge Gioia m. fl. (2013) kan det forventes å finne noe PCB i EE-avfallsstrømmer selv i dag. Tilstedeværelsen av bisfenol A i prøve M6 styrker antakelsen om at PCB stammer fra plasten, siden denne forbindelsen har utstrakt bruk i produksjonen av visse typer plast (Naharm. fl, 2012). Det kan dermed antas at plasten brukt i produksjonen av noen av de undersøkte telefonene er gjenvunnet.

Hos WEEE Recycling AS tas batteriet i mobiltelefonen ut og sendes til Batteriretur i Sarpsborg. Telefonen går i fraksjonen «høyverdi kretskort» som sendes til Boliden for gjenvinning av metaller (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Det vil si at alt utenom batteriet, altså telefon og deksel, går til gjenvinning av metaller. Det vil da være anlegget fraksjonen selges til som har ansvar for å ta hånd om organiske miljøgifter på en forsvarlig måte.

7.5 Støvprøve

Det ble opprinnelig tatt fire prøver av støv fra ulike overflater, men ved analyse ble mengden støv i hver prøve for liten så disse ble slått sammen til en større prøve (S1). Innhold av

grunnstoffer og organiske miljøgifter i prøve S1 er vist i tabell 21 (se avsnitt 6.2.5 for beskrivelse av prøvene).

Tabell 21. Innhold av grunnstoffer og organiske miljøgifter i støv fra overflater hos WEEE Recycling AS (mg/kg).

Forbindelse	Prøve S1 Støv
Polyklorete bifenyler (PCB 7)	3,02
PCB 28	1
PCB 52	0,54
PCB 101	0,4
PCB 118	0,39
PCB 153	0,21
PCB 138	0,39
PCB 180	0,08
Arsen (As)	36
Bly (Pb)	4900
Kadmium (Cd)	99
Krom (Cr)	280
Kopper (Cu)	1540
Nikkel (Ni)	460
Kvikksølv (Hg)	17
Sink (Zn)	10800
PBDE (polybromerte difenyletere)	
Dekabromdifenyleter	71
Heptabromdifenyleter	3,6
Heksabromdifenyleter	2,4
Heksabromsyklododekan	<0,1
Nonabromdifenyleter	2,0
Oktabromdifenyleter	1,3
Pentabromdifenyleter	2,3
Tetrabrombisfenol A	1730
Tetrabromdifenyleter	1,3

Alle analyserte forbindelser i prøve S1 er påvist, med unntak av heksabromsyklododekan (HBCD) som ligger under deteksjonsgrensen (tabell 21). Mengden bly overskrider grenseverdien for farlig avfall (se tabell 6). Konsentrasjonen av organiske miljøgifter i støvprøven ligger alle under grenseverdien for farlig avfall for de respektive forbindelsene (se tabell 6 og 7). Mengden bromerte flammehemmere er generelt ikke høy sammenlignet med grenseverdien for farlig avfall, men konsentrasjonen av TBBPA (1730 mg/kg) avviker sterkt fra de andre forbindelsene, og er den høyeste funnet for organiske miljøgifter i støvet.

PCB er påvist i konsentrasjoner under grenseverdien for farlig avfall på 50 mg/kg, med sum PCB7 på 3,02 mg/kg.

Selv om konsentrasjonene funnet for ulike forbindelser ligger under grenseverdien for farlig avfall, vil ikke dette automatisk bety at mengdene ikke kan utgjøre en fare for helse og miljø. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn på om de skadelige forbindelsene faktisk når mennesker eller miljøet (se avsnitt 3.2) og dermed kan ha en negativ effekt. Denne støvprøven (S1) er ikke tatt etter arbeidstilsynets krav for måling av støvprøver, men er kun en stikkprøve av støv hentet fra ulike overflater. Det er verdt å merke seg at dette støvet er samlet opp over tid, da støv ikke fjernes regelmessig fra de stedene som prøven ble hentet fra (T. Hovset, 2013, personlig kommunikasjon). Resultatene kan kun gi en indikasjon på hvilke forbindelser som finnes i støvet, men sier ingenting om størrelse av de ulike partiklene, hvilken form de befinner seg i eller deres biotilgjengelighet (se avsnitt 3.2 om biotilgjengelighet).

7.6 Oppsummering

I noen av de undersøkte fraksjonene av EE-avfall er det, ikke uventet, funnet store mengder metaller, særlig kobber, nikkel, bly, sink og krom. Konsentrasjonene av disse metallene overskrider grenseverdier for farlig avfall for flere av prøvene. Undersøkelsen av organiske miljøgifter viser at både PBDE-er og PCB-er er tilstede i fraksjoner av EE-avfall. Med unntak av enkelte verdier, ligger konsentrasjonene funnet langt under grenseverdiene for farlig avfall. Ingen prøver har PCB-er i konsentrasjoner over grenseverdien på 50 mg/kg, men for dekabromdifenyleter og TBBPA er det funnet enkeltkonsentrasjoner over grenseverdien på 2500 mg/kg.

Det er viktig å merke seg at antall prøver i denne studien er begrenset. Prøvene er ikke tatt systematisk, men heller som stikkprøver for å få en indikasjon på innhold av miljø- og helseskadelige stoffer i fraksjoner av EE-avfall. Dette betyr at prøvene i denne studien ikke representerer fraksjonene som er prøvetatt; dersom de samme fraksjonene hadde blitt undersøkt om igjen antas det at en ville endt opp med andre resultater. Fordi det er stor variasjon i typen EE-avfall som kjøres gjennom shredderen hos WEEE Recycling AS daglig og ukentlig, må det en mer systematisk prøvetaking til over tid for å kunne fastslå innholdet i de ulike fraksjonene.

Selv om konsentrasjonen for flere av forbindelsene i prøvene av EE-avfall ligger under grenseverdien for farlig avfall, vil ikke dette bety at mengdene ikke kan representere en risiko for arbeidere og miljø. Det er imidlertid ikke mulig å si noe om dette på grunnlag av resultatene i denne studien; til dette trengs undersøkelser på mulig utlekking av skadelige forbindelser fra resirkuleringsprosesser, samt spredning av disse.

Innholdet av bly er særlig høyt i prøvene av kretskort (prøve 1), støv fra E-kjøring (prøve 4), filterstøv (prøve 5), CRT-støv (prøve 6) og grovmalt shredderfluff (særlig prøve R5 og R6). Mengden bly i støvprøven tatt fra overflater inne i gjenvinningsanlegget ligger over grenseverdien for farlig avfall, noe som viser at bly slipper ut i løpet av resirkuleringsprosessen. Dette vil kunne utgjøre en risiko for arbeidere ved gjentatt eksponering (se avsnitt 3.3.3.1), men på grunn av begrenset antall prøver er det ikke mulig å si noe om faren ved dette. Resultatene for støvprøven indikerer at det er nødvendig med videre undersøkning av arbeidsmiljø ved denne typen anlegg. For å kunne si noe om eksponering for arbeidere må undersøkelser av luft og støv over tid utføres, samt eventuelle undersøkelser av helsepåvirkning gjennom blodprøver.

Etter nedkverning og behandling ved WEEE Recycling AS blir mange av EE-avfallsfraksjonene sendt til diverse anlegg for videre behandling, og det er opp til disse å ta hånd om miljøfarlige stoffer. Hos WEEE Recycling AS sendes farlig avfallsfraksjoner til forbrenning med energigjenvinning, destruksjon eller deponi. Dette er ikke nødvendigvis tilfelle i andre land, som for eksempel i enkelte områder i Kina, hvor teknikkene som ofte brukes for resirkulering av EE-avfall er primitive og uten anlegg som kan beskytte miljøet og menneskers helse (Wongm. fl, 2007b). Ved å se på effekter av denne typen praksis, samt resultatene i denne oppgaven, kan en forstå viktigheten av miljøforsvarlig håndtering av slikt avfall, -nettopp for å unngå at uønskede stoffer lekker ut.

På grunn av stadig endring i sammensetningen av denne avfallsstrømmen er det nødvendig med kontinuerlig undersøkelse for å overvåke bruken av slike stoffer i EE-produkter. For å fastslå om gjenvinning av EE-avfall utgjør en risiko for miljøet og befolkningen rundt resirkuleringsanlegg, trengs det overvåkning rundt slike anlegg.

Referanseliste

- Asante, K. A., Agusa, T., Biney, C. A., Agyekum, W. A., Bello, M., Otsuka, M., Itai, T., Takahashi, S. & Tanabe, S. 2012. Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana. *Science of the Total Environment*.
- Barba-Gutiérrez, Y., Adenso-Díaz, B. & Hopp, M. 2008. An analysis of some environmental consequences of European electrical and electronic waste regulation. *Resources, Conservation and Recycling*, **52**, 481-495.
- Carpenter, D. O. 1998. Polychlorinated biphenyls and human health. *International journal of occupational medicine and environmental health*, **11**, 291.
- Chen, Y., Li, J. H., Liu, L. L. & Zhao, N. N. 2012. Polybrominated diphenyl ethers fate in China: A review with an emphasis on environmental contamination levels, human exposure and regulation. *Journal of Environmental Management*, **113**, 22-30.
- Cordeiro, F., Verbist, I., Robouch, P., Linsinger, T. & de la Calle, B. 2011. *IMEP-26: Determination of brominated flame retardants in plastic*. European Union.
- Covaci, A., Harrad, S., Abdallah, M. A.-E., Ali, N., Law, R. J., Herzke, D. & de Wit, C. A. 2011. Novel brominated flame retardants: a review of their analysis, environmental fate and behaviour. *Environment international*, **37**, 532-556.
- Cui, J. & Forssberg, E. 2003. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. *Journal of Hazardous Materials*, **99**, 243-263.
- EE-registeret 2013. Årsrapport 2012. Tilgjengelig fra: <http://www.eeregisteret.no/File/EE-registerets%20%C3%A5rsrapport%202012.pdf> (Hentet: 06. April 2013).
- Electronics TakeBack Coalition. 2010. Facts and Figures on E-Waste and Recycling Tilgjengelig fra: http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts_and_Figures (Hentet: 01.05.2013).
- Elretur. 2010a. Elreturs miljøregnskap 2009: Miljøansvar - i hele Norge.
- Elretur. 2010b. På lag med miljøet - Elreturs miljørapport 2010.
- Flemming, C. & Trevors, J. 1989. Copper toxicity and chemistry in the environment: a review. *Water, Air, and Soil Pollution*, **44**, 143-158.
- Fu, J., Zhou, Q., Liu, J., Liu, W., Wang, T., Zhang, Q. & Jiang, G. 2008. High levels of heavy metals in rice (*Oryza sativa* L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. *Chemosphere*, **71**, 1269-1275.
- Giesy, J. P. & Kannan, K. 1998. Dioxin-like and non-dioxin-like toxic effects of polychlorinated biphenyls (PCBs): implications for risk assessment. *CRC Critical Reviews in Toxicology*, **28**, 511-569.
- Gioia, R., Akindele, A. J., Adebuse, S. A., Asante, K. A., Tanabe, S., Buekens, A. & Sasco, A. J. 2013. Polychlorinated biphenyls (PCBs) in Africa: a review of environmental levels. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Gire Dahl, A. I. 2012. *Innsamling av kasserte mobiltelefoner i kommuner med henteordning for småelektronikkavfall. En kartlegging av innsamlingsgrad og klimagassutslipp*. Master, Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Gire Dahl, A. I. & Lyng, K.-A. 2011. Elektrisk og elektronisk avfall - en litteraturstudie. Østfoldforskning.
- Hischier, R., Wäger, P. & Gauglhofer, J. 2005. Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective?: The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Environmental Impact Assessment Review*, **25**, 525-539.
- Khalil Granier, L. & Chevreuil, M. 1997. Behaviour and spatial and temporal variations of polychlorinated biphenyls and lindane in the urban atmosphere of the Paris area, France. *Atmospheric Environment*, **31**, 3787-3802.
- Kinver, M. 2006. Do mobile phones cost the Earth? Tilgjengelig fra: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6174422.stm> (Hentet: 08. April 2013).

- Kjeldsen, P., Barlaz, M. A., Rooker, A. P., Baun, A., Ledin, A. & Christensen, T. H. 2002. Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. *Critical reviews in environmental science and technology*, **32**, 297-336.
- Klif. 2013a. Bromerte flammehemmere. Tilgjengelig fra: <http://www.klif.no/no/Tema/Kjemikalier/Bromerte-flammehemmere/> (Hentet 07. Mai 2013).
- Klif. 2013b. Grenseverdier for farlig avfall. Tilgjengelig fra: http://www.klif.no/nyheter/dokumenter/grenseverdier_farlig_avfall.pdf (Hentet 06. Mai 2013).
- Klif. 2013c. Håndtering av PCB-avfall. Tilgjengelig fra: <http://www.klif.no/Tema/Kjemikalier/PCB/Handlingsplan-mot-PCB/Handtering-PCB-avfall/> (Hentet 24. Mai 2013).
- Kuo, T. C. 2010. The construction of a collaborative-design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **26**, 100-108.
- Larsen, A. K., Berge, E., Nelson, G. N., Nybu, P. & Sorgendal, J. 2004. Håndtering av farlig avfall.
- Lee, C.-h., Chen, P.-c. & Ma, H.-w. 2012. Direct and indirect lead-containing waste discharge in the electrical and electronic supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*, **68**, 29-35.
- Lindberg, S., Wallschlaeger, D., Prestbo, E., Bloom, N., Price, J. & Reinhart, D. 2001. Methylated mercury species in municipal waste landfill gas sampled in Florida, USA. *Atmospheric Environment*, **35**, 4011-4015.
- Manahan, S. E. 2010. *Environmental Chemistry*, Taylor and Francis Group.
- Miljøstatus. 2013. Bromerte flammehemmere. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/Bromerte-flammehemmere/> (Hentet 26. Mai 2013).
- Miljøverndepartementet 2004. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0930.html> (Hentet 02. Mai 2013).
- Morf, L. S., Tremp, J., Gloor, R., Huber, Y., Stengele, M. & Zennegg, M. 2005. Brominated flame retardants in waste electrical and electronic equipment: substance flows in a recycling plant. *Environmental science & technology*, **39**, 8691-8699.
- Morf, L. S., Tremp, J., Gloor, R., Schuppisser, F., Stengele, M. & Taverna, R. 2007. Metals, non-metals and PCB in electrical and electronic waste – Actual levels in Switzerland. *Waste Management*, **27**, 1306-1316.
- Nahar, M. S., Soliman, A. S., Colacino, J. A., Calafat, A. M., Battige, K., Hablas, A., Seifeldin, I. A., Dolinoy, D. C. & Rozek, L. S. 2012. Urinary bisphenol A concentrations in girls from rural and urban Egypt: a pilot study. *Environ Health*, **11**, 20.
- Nnorom, I. C. & Osibanjo, O. 2009. Toxicity characterization of waste mobile phone plastics. *Journal of Hazardous Materials*, **161**, 183-188.
- Nordberg, G. F., Fowler, B. A., Nordberg, M. & Friberg, L. T. 2007. *Handbook of the toxicology of metals*, Elsevier B. V.
- Oguchi, M., Sakanakura, H., Terazono, A. & Takigami, H. 2012. Fate of metals contained in waste electrical and electronic equipment in a municipal waste treatment process. *Waste Management*, **32**, 96-103.
- Osako, M., Kim, Y.-J. & Sakai, S.-i. 2004. Leaching of brominated flame retardants in leachate from landfills in Japan. *Chemosphere*, **57**, 1571-1579.
- Ottesen, R. T., Flem, B., Rusti, E. H. & Blomli, J. Y. 2012. *Urban mining - utvinning av metaller i elektrisk og elektronisk avfall*.
- Retursamarbeidet LOOP. EE-avfall. Tilgjengelig fra: <http://loop.no/loopedia-avfallstype/ee-avfall/> (Hentet 04. Mai 2013).
- Robinson, B. H. 2009. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. *Science of The Total Environment*, **408**, 183-191.
- Rotter, V. S. & Chancerel, P. *Recycling of Critical Resources - Upgrade Introduction*. *Electronics Goes Green 2012*, 12.09.2012 2012 Berlin. Electronics Goes Green, 1-6.
- Sahu, S. & Srinivasan, N. 2008. Mobile phone waste. *Tech Monitor*.
- Sakab. 2013. Behandling av farlig avfall - Forbrenning. Tilgjengelig fra: <http://www.sakab.se/nn/behandling-av-farlig-avfall/forbrenning> (Hentet 01. Mai 2013).
- Sanborn, M. D., Abelsohn, A., Campbell, M. & Weir, E. 2002. Identifying and managing adverse environmental health effects: 3. Lead exposure. *Canadian Medical Association Journal*, **166**, 1287-1292.
- Sjödin, A., Carlsson, H. a., Thuresson, K., Sjölin, S., Bergman, Å. & Östman, C. 2001. Flame retardants in indoor air at an electronics recycling plant and at other work environments. *Environmental science & technology*, **35**, 448-454.

- Sjödin, A., Hagmar, L., Klasson-Wehler, E., Kronholm-Diab, K., Jakobsson, E. & Bergman, A. 1999. Flame retardant exposure: polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. *Environmental Health Perspectives*, **107**, 643.
- Stewart, E. & Lemieux, P. 2003. 'Emissions from the incineration of electronics industry waste'. *IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*. 271-275.
- Templeton, D. M., Ariese, F., Cornelis, R., Danielsson, L. G., Muntau, H., Van Leeuwen, H. P. & Lobinski, R. 2000. Guidelines for terms related to chemical speciation and fractionation of elements. Definitions, structural aspects, and methodological approaches. *Pure Applied Chemistry*, **72**, 1453-1470.
- Thommesen, O. T. 2003. *Rammeverk for behandling av avfall fra elektriske og elektroniske produkter*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Thomsen, C., Lundanes, E. & Becher, G. 2001. Brominated flame retardants in plasma samples from three different occupational groups in Norway. *Journal of environmental monitoring*, **3**, 366-370.
- Townsend, T. G. 2004. *RCRA toxicity characterization of computer CPUs and other discarded electronic devices*, US Environmental Protection Agency.
- Tsydenova, O. & Bengtsson, M. 2011. Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment. *Waste Management*, **31**, 45-58.
- Tuncuk, A., Stazi, V., Akcil, A., Yazici, E. & Deveci, H. 2012. Aqueous metal recovery techniques from e-scrap: Hydrometallurgy in recycling. *Minerals Engineering*, **25**, 28-37.
- United Nations Environment Programme. Basel Conference Addresses Electronic Wastes Challenge. Tilgjengelig fra: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=485&ArticleID=5431&I=en> (Hentet 08. Mai 2013).
- Wäger, P. A., Schluep, M., Muller, E. & Gloor, R. 2012. RoHS regulated Substances in Mixed Plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment. *Environmental Science & Technology*, **46**, 628-635.
- Wang, Y., Luo, C., Li, J., Yin, H., Li, X. & Zhang, G. 2011. Characterization of PBDEs in soils and vegetations near an e-waste recycling site in South China. *Environmental Pollution*, **159**, 2443-2448.
- Watson, A., Bridgen, K., Shinn, M. & Cobbing, M. 2010. Toxic Transformers; - a review of the hazards of brominated & chlorinated substances in electrical and electronic equipment. Greenpeace Research Laboratories
- WEEE Recycling AS. 2013. Om bedriften. Tilgjengelig fra: http://www.weee.no/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=27 (Hentet 01. Mai 2013).
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M. & Böni, H. 2005. Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, **25**, 436-458.
- Wong, C. S. C., Duzgoren-Aydin, N. S., Aydin, A. & Wong, M. H. 2006. Sources and trends of environmental mercury emissions in Asia. *Science of The Total Environment*, **368**, 649-662.
- Wong, C. S. C., Wu, S. C., Duzgoren-Aydin, N. S., Aydin, A. & Wong, M. H. 2007a. Trace metal contamination of sediments in an e-waste processing village in China. *Environmental Pollution*, **145**, 434-442.
- Wong, M., Wu, S., Deng, W., Yu, X., Luo, Q., Leung, A., Wong, C., Luksemburg, W. & Wong, A. 2007b. Export of toxic chemicals—a review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling. *Environmental Pollution*, **149**, 131-140.
- Zheng, L., Wu, K., Li, Y., Qi, Z., Han, D., Zhang, B., Gu, C., Chen, G., Liu, J., Chen, S., Xu, X. & Huo, X. 2008. Blood lead and cadmium levels and relevant factors among children from an e-waste recycling town in China. *Environmental Research*, **108**, 15-20.

Vedlegg 1

Bekrivelse av metode for prøvetaking hos WEEE Recycling AS

Prøvene av kretskort, bromplast og «E-kjøring» (prøve 1-3) ble tatt av ansatte ved WEEE Recycling AS etter standard metode for prøvetaking ved bedriften. Metoden som er beskrevet, er den som brukes for prøvetaking av usortert plastfraksjon, men denne fungerer også for andre fraksjoner. Metoden er beskrevet av ansatte ved anlegget.

EE-avfallet har vært gjennom oppmaling, så fraksjonen består av plastbiter med ulik størrelse, opptil 15 cm som største lengde. Det er hovedsakelig fraksjoner av paneler og skrog i form av hardplast-plater med tykkelse 1-3 mm. Det er også en mindre andel mer strukturelle plastbiter, og i tillegg følger det med noen forurensinger av komponenter som ikke er plast.

For fraksjonene kretskort, bromplast og E-kjøring ble det tatt en prøve på ca. 5 kg (ca. 15 liter) hver time i løpet av en arbeidsdag eller et skift av fallende strøm ved å reversere utmatingsbåndet under separatoren. De 7-8 prøvene ble så slått sammen til en stor prøve, og ut fra denne ble det tatt ut en prøve som ble sendt til analyse.

Det er i prinsippet umulig å få en helt representativ prøve av plastfraksjonen. Årsaken er at utgangsmaterialet (EE-avfallet) ikke er et ensartet produkt over tid. En dag kan det være mange datamaskiner, en annen dag mange støvsugere eller mange varmeovner. Dette kan også variere i løpet av en dag. Dette anses også mest aktuelt for plastfraksjonen fra WEEE Recycling. En bør også ta prøver på ulike dager for å få et inntrykk av variasjon fra dag til dag.

Vedlegg 2



Eurofins Environment Testing Norway

AS (Moss)

F. reg. 965 141 618 MVA

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

Fax: +47 69 27 23 40

Norges Geologiske Undersøkelse NGU

Leiv Eirikssons vei 39

7491 TRONDHEIM

Attn: Rolf Tore Ottesen

AR-13-MM-004090-01



EUNOMO-00070668

Prøvemottak: 01.03.2013

Temperatur:

Analyseperiode: 01.03.2013-14.03.2013

Referanse: Prosjekt 345400,
(e-avfall)

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2013-03010033	Prøvetakingsdato:	26.02.2013			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Kretskort	Analysestartdato:	01.03.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b)* Diverste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg		Manuell innlegging/vedlegg			
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	230	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	77	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	nd	mg/kg		EN 15308		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-03010034	Prøvetakingsdato:	26.02.2013			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Bromplast	Analysestartdato:	01.03.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b)* Diverse test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg		Manuell innlegging/vedlegg			
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	7300	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	47	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	720	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	nd	mg/kg		EN 15308		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-03010035	Prøvetakingsdato:	26.02.2013			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Type 3	Analysestartdato:	01.03.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b)* Diverste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg		Manuell innlegging/vedlegg			
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	28	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	52	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	<10	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	0.060	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	0.056	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	0.022	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	0.018	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	0.16	mg/kg		EN 15308		

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025, AKS -PL-21109, SOFIA (Berlin), Rudower Chaussee 29, D-12489, Berlin

b)* Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Moss 14.03.2013


Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Date Submitted: 06-Mar-13
Invoice No.: A13-02510
Invoice Date: 20-Mar-13
Your Reference: 345400

Geological Survey of Norway
Postboks 6315 Sluppen
Trondheim N-7491
Norway

ATTN: Belinda Flem

CERTIFICATE OF ANALYSIS

3 Other samples were submitted for analysis.

The following analytical packages were requested: Code 1C-OES Fire Assay ICPOES
Code UT-7 Sodium Peroxide Fusion(ICP & ICPMS)

REPORT **A13-02510**

This report may be reproduced without our consent. If only selected portions of the report are reproduced, permission must be obtained. If no instructions were given at time of sample submittal regarding excess material, it will be discarded within 90 days of this report. Our liability is limited solely to the analytical cost of these analyses. Test results are representative only of material submitted for analysis.

Notes:

Ag is no longer reported by this package due to an interference in the crucible matrix.

CERTIFIED BY :

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke at the end.

Emmanuel Esemé , Ph.D.
Quality Control

ACTIVATION LABORATORIES LTD.

1336 Sandhill Drive, Ancaster, Ontario Canada L9G 4V5 TELEPHONE +1.905.648.9611 or
+1.888.228.5227 FAX +1.905.648.9613
E-MAIL Ancaster@actlabs.com ACTLABS GROUP WEBSITE www.actlabs.com



Activation Laboratories Ltd.

Report: A13-02510

Analyte Symbol	Au	Pd	Pt	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	La
Unit Symbol	ppb	ppb	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	2	5	5	5	10	3	3	2	2	0.8	0.2	30	0.1	2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.7	10	0.2	0.2	0.4
Analysis Method	FA-ICP	FA-ICP	FA-ICP	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	
1	> 30000	3050	< 5	9	6690	3560	< 3	220	< 2	21.1	73.0	80	0.6	248000	1.2	0.4	0.1	6.8	7.6	2.3	< 10	< 0.2	< 0.2	14.5
2	566	14	< 5	9	190	99	< 3	< 2	< 2	7.6	14.8	240	0.1	26900	< 0.3	< 0.1	0.2	2.1	0.3	2.9	< 10	< 0.2	< 0.2	4.1
3	15800	54	8	11	140	810	< 3	14	< 2	6.1	28.0	600	0.5	51000	0.3	0.1	0.1	63.5	0.4	2.3	< 10	< 0.2	< 0.2	4.0

Activation Laboratories Ltd.

Report: A13-02510

Analyte Symbol	Li	Mn	Mo	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tm	U	V	W	Y
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	3	3	1	2.4	0.4	10	0.8	0.1	0.4	2	0.8	0.1	0.5	3	0.2	0.1	6	0.1	0.1	0.1	0.1	5	0.7	0.1
Analysis Method	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	
1	19	306	9	2.5	32.0	1420	14200	3.0	1.1	744	191	1.3	30200	358	0.3	0.1	< 6	3.5	0.1	< 0.1	0.6	6	4.5	6.9
2	3	1150	112	3.9	4.5	240	302	1.0	2.1	2270	157	0.4	1690	45	0.4	< 0.1	< 6	0.6	< 0.1	< 0.1	0.2	13	1.8	2.0
3	4	1510	9	2.6	7.0	2230	1440	1.1	8.5	899	9.3	0.4	1400	154	0.3	< 0.1	< 6	0.7	0.2	< 0.1	0.8	52	6.5	2.5

Activation Laboratories Ltd.

Report: A13-02510

Analyte Symbol	Yb	Zn	Al	Ca	Fe	K	Mg	P	S	Si	Ti	Sc	Au
Unit Symbol	ppm	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	g/tonne
Detection Limit	0.1	30	0.01	0.01	0.05	0.1	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	10	0.03
Analysis Method	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FA-GRA
1	0.5	10300	2.96	4.74	4.56	< 0.1	0.10	0.130	0.12	8.30	0.09	< 10	41.8
2	< 0.1	500	0.36	2.94	9.73	< 0.1	0.37	0.321	0.07	0.91	0.43	< 10	
3	0.1	4230	> 25.0	1.07	5.50	< 0.1	0.52	0.069	0.04	5.23	0.06	< 10	

Quality Control																									
Analyte Symbol	Au	Pd	Pt	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	La	
Unit Symbol	ppb	ppb	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Detection Limit	2	5	5	5	10	3	3	2	2	0.8	0.2	30	0.1	2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.7	10	0.2	0.2	0.4	
Analysis Method	FA-ICP	FA-ICP	FA-ICP	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	
GXR-1 Meas				441	10	730	< 3	1490	2	15.2		< 30	3.0		4.7		0.6	14.9	4.4		< 10		1.0	8.2	
GXR-1 Cert				427	15.0	750	1.22	1380	3.30	17.0		12.0	3.00		4.30		0.690	13.8	4.20		0.960		0.770	7.50	
GXR-4 Meas				106	< 10	1720	< 3	18	< 2	112	15.6	60	2.8	7100	2.7		1.5	21.2	4.7		< 10		0.2	67.5	
GXR-4 Cert				98.0	4.50	1640	1.90	19.0	0.860	102	14.6	64.0	2.80	6520	2.60		1.63	20.0	5.25		6.30		0.270	64.5	
PTM-1a Meas				2100							20700			246000											
PTM-1a Cert				2200							20500.00			249600.00											
NIST 696 Meas												310													
NIST 696 Cert												321.0													
OREAS 14P Meas											776			10200											
OREAS 14P Cert											750			9970											
MP-1b Meas				22800				891	547					32000									590		
MP-1b Cert				23000.00				954.0000	527.0000					30690.000									565		
DNC-1a Meas						106					61.2	300		97			0.6							3.4	
DNC-1a Cert						118					57.0	270		100.0			0.59							3.6	
CDN-GS-6A Meas																									
CDN-GS-6A Cert																									
CZN-4 Meas				382					2700		102			4270											
CZN-4 Cert				356.0000				2604.0000		93.5				4030.000											
CDN-PGMS-23 Meas	490	1890	458																						
CDN-PGMS-23 Cert	496.000	2032.000	456.000																						
2 Orig	589	13	< 5																						
2 Dup	542	15	< 5																						
Method Blank				< 5	< 10	< 3	< 3	< 2	< 2	< 0.8	< 0.2	< 30	< 0.1	< 2	< 0.3	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.1	< 0.7	< 10	< 0.2	< 0.2	< 0.4	
Method Blank				< 5	< 10	< 3	< 3	< 2	< 2	< 0.8	< 0.2	< 30	< 0.1	< 2	< 0.3	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.1	< 0.7	< 10	< 0.2	< 0.2	< 0.4	

Quality Control																								
Analyte Symbol	Li	Mn	Mo	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Tl	Tm	U	V	W	Y
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	3	3	1	2.4	0.4	10	0.8	0.1	0.4	2	0.8	0.1	0.5	3	0.2	0.1	6	0.1	0.1	0.1	0.1	5	0.7	0.1
Analysis Method	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2
GXR-1 Meas	11	931	18	< 2.4						132	18.0	2.9		302	< 0.2	0.8	13	2.7	0.4	0.4	36.5	88	177	31.3
GXR-1 Cert	8.20	852	18.0	0.800						122	16.6	2.70		275	0.175	0.830	13.0	2.44	0.390	0.430	34.9	80.0	164	32.0
GXR-4 Meas	14	157	343	9.8	45.3	40	53.9		157	6	5.8	6.5		232	0.7		< 6	23.1	3.5	0.2	6.3	89		14.9
GXR-4 Cert	11.1	155	310	10.0	45.0	42.0	52.0		160	4.80	5.60	6.60		221	0.790		0.970	22.5	3.20	0.210	6.20	87.0		14.0
PTM-1a Meas						455000																		
PTM-1a Cert						474400.00																		
NIST 696 Meas																						385		
NIST 696 Cert																						403.0000		
OREAS 14P Meas						20900																		
OREAS 14P Cert						21000																		
MP-1b Meas			305				22400			52			16700										1140	
MP-1b Cert			285				20910.000			54.0			16100.000										1100.000	
DNC-1a Meas	6				4.8	270				< 2				139								156		16.4
DNC-1a Cert	5.20				5.20	247				0.96				144.0								148.00		18.0
CDN-GS-6A Meas																								
CDN-GS-6A Cert																								
CZN-4 Meas																								
CZN-4 Cert																								
CDN-PGMS-23 Meas																								
CDN-PGMS-23 Cert																								
2 Orig																								
2 Dup																								
Method Blank	< 3	< 3	< 1	< 2.4	< 0.4	< 10	< 0.8	< 0.1	< 0.4	< 2	< 0.8	< 0.1	< 0.5	< 3	< 0.2	< 0.1	< 6	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 5	< 0.7	< 0.1
Method Blank	< 3	< 3	< 1	< 2.4	< 0.4	< 10	< 0.8	< 0.1	< 0.4	< 2	< 0.8	< 0.1	< 0.5	< 3	< 0.2	< 0.1	< 6	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 5	< 0.7	< 0.1

Quality Control

Analyte Symbol	Yb	Zn	Al	Ca	Fe	K	Mg	P	S	Si	Ti	Sc	Au
Unit Symbol	ppm	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	g/tonne
Detection Limit	0.1	30	0.01	0.01	0.05	0.1	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	10	0.03
Analysis Method	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FA-GRA
GXR-1 Meas			3.64	0.89	25.4		0.22	0.066				30	
GXR-1 Cert			3.52	0.960	23.6		0.217	0.0650				1.58	
GXR-4 Meas												50	
GXR-4 Cert												7.70	
PTM-1a Meas									21.9				
PTM-1a Cert									22.4				
NIST 696 Meas			> 25.0										
NIST 696 Cert			28.9										
OREAS 14P Meas					36.7								
OREAS 14P Cert					37.2								
MP-1b Meas		176000		2.61	8.28				13.5	16.9			
MP-1b Cert		166700.00		2.47	8.19				13.79	16.79			
DNC-1a Meas	2.0	70										40	
DNC-1a Cert	2.0	70.0										31	
CDN-GS-6A Meas													5.36
CDN-GS-6A Cert													5.79
CZN-4 Meas		586000							32.1	0.28			
CZN-4 Cert		552400.00							33.07	0.295			
CDN-PGMS-23 Meas													
CDN-PGMS-23 Cert													
2 Orig													
2 Dup													
Method Blank	< 0.1	< 30	< 0.01	< 0.01	< 0.05	< 0.1	< 0.01	< 0.005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 10	
Method Blank	< 0.1	< 30											



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50PB 3055
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

Norges Geologiske Undersøkelse NGU
Postboks 6315 Sluppen
7491 TRONDHEIM
Attn: **Belinda Flem**

AR-12-MM-000403-01



EUNOMO-00044873

Prøvemottak: 02.12.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 05.12.2011-10.01.2012
Referanse: Avfallsprøver BEF/RTO

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2011-12020334	Prøvetakingsdato:	01.11.2011		
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	1/11-2011 STØV WEEE	Analysestartdato:	05.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) PBDE (polybromerte difenyletere)					
2,2',4-TriBDE (BDE-17)	121	µg/kg		AIR OC 146	0
2,4,4'-TriBDE (BDE-28)	259	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum TriBDE	380	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	2680	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	341	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	366	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3',4',6-TetraBDE (BDE-71)	< 65.0	µg/kg		AIR OC 146	0
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	< 65.0	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum TetraBDE	3390	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	164	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',5-PentaBDE (BDE-99)	3520	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',6-PentaBDE (BDE-100)	478	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3',4,4',6-PentaBDE (BDE-119)	< 130	µg/kg		AIR OC 146	0
3,3',4,4',5-PentaBDE (BDE-126)	< 130	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum PentaBDE	4160	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,4,4',5'-HeksaBDE (BDE-138)	< 195	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',5,5'-HeksaBDE (BDE-153)	838	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',5,6'-HeksaBDE (BDE-154)	236	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3,3',4,4',5-HeksaBDE (BDE-156)	< 195	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum HeksaBDE	1070	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	2040	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum HeptaBDE	2040	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,4,4',5,5',6-OktaBDE (BDE-196)	< 650	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,3',4,4',6,6'-OktaBDE (BDE-197)	1070	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum OktaBDE	1070	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonaBDE (BDE-206)	1950	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	2090	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum NonaBDE	4040	µg/kg		AIR OC 146	0
DekaBDE (BDE-209)	90200	µg/kg		AIR OC 146	0
* PBB (polybromerte bifenyler)					
2,2',5,5'-TetraBB # 52	< 4.0	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum TetraBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
2,2',4,5,5'-PentaBB # 101	< 10.0	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum PentaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
2,2',4,4',5,5'-HeksaBB # 153	< 20.0	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum HeksaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum HeptaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum OktaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum NonaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
DekaBB # 209	952	µg/kg		AIR OC 138	0
b) Heksabromsyklododekan HBCD (alfa, beta, gamma)	3860	µg/kg		AIR OC 145	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



b) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	133000	µg/kg	AIR OC 144	
b) PBDE (polybromerte difenyletere)				
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184)	< 325	µg/kg	AIR OC 146	0
2,3,3',4,4',5',6'-HeptaBDE (BDE-191)	< 325	µg/kg	AIR OC 146	0
a) Bly (Pb)	15000	mg/kg TS	SM 3120	3
a) Kadmium (Cd)	110	mg/kg TS	SM 3120	0.05
a) Krom (Cr)	740	mg/kg TS	SM 3120	1
a) Kobber (Cu)	9000	mg/kg TS	SM 3120	2
a) Nikkel (Ni)	1300	mg/kg TS	SM 3120	1
a) Sink (Zn)	17000	mg/kg tv	SM 3120	1
Total tørrstoff	98	%	15% NS 4764	0.02
PCB 7				
PCB 28	1.5	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.37	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.13	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	3.6	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	2.4	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	1.8	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.44	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	10	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-Mod	
b) Bisfenol A (BPA)	10.6	mg/kg	LRMS	1
* Diverse analyse, Fast				
Vedlegg	REE i vedlegg		N/A	
a) Kobolt (Co)	170	mg/kg TS	SM 3120	1
a) Kvikksølv (Hg)	8.2	mg/kg TS	EN 13656	0.3
<u>Merknader:</u>				
Resultater for REE er merket C6504001 i vedlegget				

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2011-12020335	Prøvetakingsdato:	01.11.2011		
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	1/11-2011 "FINES" WEEE	Analysestartdato:	05.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) PBDE (polybromerte difenyletere)					
2,2',4'-TriBDE (BDE-17)	< 386	µg/kg		AIR OC 146	0
2,4,4'-TriBDE (BDE-28)	3060	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum TriBDE	3060	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	15500	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	5120	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	5920	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3',4',6-TetraBDE (BDE-71)	436	µg/kg		AIR OC 146	0
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	369	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum TetraBDE	27400	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	832	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',5-PentaBDE (BDE-99)	15200	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',6-PentaBDE (BDE-100)	876	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3',4,4',6-PentaBDE (BDE-119)	340	µg/kg		AIR OC 146	0
3,3',4,4',5-PentaBDE (BDE-126)	< 48.1	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum PentaBDE	17300	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,4,4',5'-HeksaBDE (BDE-138)	448	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',5,5'-HeksaBDE (BDE-153)	4060	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',4,4',5,6'-HeksaBDE (BDE-154)	912	µg/kg		AIR OC 146	0
2,3,3',4,4',5-HeksaBDE (BDE-156)	< 76.9	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum HeksaBDE	5420	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	4680	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum HeptaBDE	4680	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,4,4',5,5',6-OktaBDE (BDE-196)	743	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,3',4,4',6,6'-OktaBDE (BDE-197)	2350	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum OktaBDE	3100	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonaBDE (BDE-206)	1540	µg/kg		AIR OC 146	0
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	2530	µg/kg		AIR OC 146	0
Sum NonaBDE	4080	µg/kg		AIR OC 146	0
DekaBDE (BDE-209)	66500	µg/kg		AIR OC 146	0
* PBB (polybromerte bifenyler)					
2,2',5,5'-TetraBB # 52	< 5.7	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum TetraBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
2,2',4,5,5'-PentaBB # 101	< 4.3	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum PentaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
2,2',4,4',5,5'-HeksaBB # 153	< 5.0	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum HeksaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum HeptaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum OktaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
Sum NonaBB	ND	µg/kg		AIR OC 138	0
DekaBB # 209	< 80.4	µg/kg		AIR OC 138	0
b) Heksabromsyklododekan HBCD (alfa, beta, gamma)	976	µg/kg		AIR OC 145	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



b) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	130000	µg/kg	AIR OC 144	
b) PBDE (polybromerte difenyletere)				
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184)	< 111	µg/kg	AIR OC 146	0
2,3,3',4,4',5',6'-HeptaBDE (BDE-191)	< 96.2	µg/kg	AIR OC 146	0
a) Bly (Pb)	17000	mg/kg TS	SM 3120	3
a) Kadmium (Cd)	6.9	mg/kg TS	SM 3120	0.05
a) Krom (Cr)	270	mg/kg TS	SM 3120	1
a) Kobber (Cu)	72000	mg/kg TS	SM 3120	2
a) Nikkel (Ni)	650	mg/kg TS	SM 3120	1
a) Sink (Zn)	39000	mg/kg tv	SM 3120	1
Total tørrstoff	99	%	15% NS 4764	0.02
PCB 7				
PCB 28	0.69	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.38	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.15	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	1.9	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.68	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.54	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.13	mg/kg TS	25% ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	4.4	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-Mod	
b) Bisfenol A (BPA)	10.6	mg/kg	LRMS	1
* Diverse analyse, Fast				
Vedlegg	REE i vedlegg		N/A	
a) Kobolt (Co)	84	mg/kg TS	SM 3120	1
a) Kvikksølv (Hg)	2.4	mg/kg TS	EN 13656	0.3
Merknader:				
Resultater for REE er merket C6504002 i vedlegget				

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) DS/EN ISO/IEC 17025 DANAK 168 - Eurofins Environment A/S (Vejen)
b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00 - Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg

Kopi til:

Rolf Tore Ottesen (Rolf.Ottesen@ngu.no)

Moss 10.01.2012

Ada Jønsson

ASM

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150118
matrix		Printed circuit boards 347 g
Lab ID		113001612
		as received
decabromodiphenyl ether	mg/kg	35
heptabromodiphenyl ether	mg/kg	0,028
hexabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
hexabromocyclododecane	mg/kg	< 0,01
nonabromodiphenyl ether	mg/kg	0,18
octabromodiphenyl ether	mg/kg	0,28
pentabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
tetrabromobisphenol A	mg/kg	27
tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
bisphenol A	mg/kg	
nonylphenol	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,33
PCB 28	mg/kg	0,02
PCB 52	mg/kg	0,08
PCB 101	mg/kg	0,07
PCB 118	mg/kg	0,07
PCB 153	mg/kg	0,04
PCB 138	mg/kg	0,05
PCB 180	mg/kg	< 0,01
arsenic	mg/kg	19
lead	mg/kg	24700
cadmium	mg/kg	9,8
chromium	mg/kg	140
copper	mg/kg	197000
nickel	mg/kg	5460
mercury	mg/kg	0,20
zinc	mg/kg	18700
lanthanum	mg/kg	5,4
cerium	mg/kg	14
neodymium	mg/kg	420
europium	mg/kg	1,6

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150119
matrix		Plastic 53 g
Lab ID		113001613
		as received
decabromodiphenyl ether	mg/kg	0,12
heptabromodiphenyl ether	mg/kg	1,1
hexabromodiphenyl ether	mg/kg	0,050
hexabromocyclododecane	mg/kg	< 0,01
nonabromodiphenyl ether	mg/kg	0,54
octabromodiphenyl ether	mg/kg	1,1
pentabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
tetrabromobisphenol A	mg/kg	2,7
tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	0,086
bisphenol A	mg/kg	
nonylphenol	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,61
PCB 28	mg/kg	0,03
PCB 52	mg/kg	0,11
PCB 101	mg/kg	0,16
PCB 118	mg/kg	0,14
PCB 153	mg/kg	0,08
PCB 138	mg/kg	0,08
PCB 180	mg/kg	0,01
arsenic	mg/kg	0,9
lead	mg/kg	3
cadmium	mg/kg	< 0,2
chromium	mg/kg	4
copper	mg/kg	89
nickel	mg/kg	4
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	97
lanthanum	mg/kg	0,9
cerium	mg/kg	1,7
neodymium	mg/kg	0,9
europium	mg/kg	0,3

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150120
matrix		Plastic 131,82 g
Lab ID		113001614
		as received
decabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,1
heptabromodiphenyl ether	mg/kg	1,2
hexabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
hexabromocyclododecane	mg/kg	< 0,01
nonabromodiphenyl ether	mg/kg	0,77
octabromodiphenyl ether	mg/kg	1,1
pentabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
tetrabromobisphenol A	mg/kg	14
tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
bisphenol A	mg/kg	
nonylphenol	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	1,95
PCB 28	mg/kg	0,56
PCB 52	mg/kg	0,25
PCB 101	mg/kg	0,35
PCB 118	mg/kg	0,34
PCB 153	mg/kg	0,18
PCB 138	mg/kg	0,26
PCB 180	mg/kg	0,01
arsenic	mg/kg	1,0
lead	mg/kg	25
cadmium	mg/kg	4,0
chromium	mg/kg	5
copper	mg/kg	33
nickel	mg/kg	9
mercury	mg/kg	0,26
zinc	mg/kg	410
lanthanum	mg/kg	0,85
cerium	mg/kg	2,8
neodymium	mg/kg	0,7
europium	mg/kg	< 0,1

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150121
matrix		Plastic 144 g
Lab ID		113001615
		as received
decabromodiphenyl ether	mg/kg	2,1
heptabromodiphenyl ether	mg/kg	260
hexabromodiphenyl ether	mg/kg	0,048
hexabromocyclododecane	mg/kg	< 0,01
nonabromodiphenyl ether	mg/kg	12
octabromodiphenyl ether	mg/kg	16
pentabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
tetrabromobisphenol A	mg/kg	330
tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
bisphenol A	mg/kg	
nonylphenol	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,39
PCB 28	mg/kg	0,03
PCB 52	mg/kg	0,10
PCB 101	mg/kg	0,08
PCB 118	mg/kg	0,08
PCB 153	mg/kg	0,04
PCB 138	mg/kg	0,06
PCB 180	mg/kg	< 0,01
arsenic	mg/kg	4,3
lead	mg/kg	5
cadmium	mg/kg	4,6
chromium	mg/kg	6
copper	mg/kg	6
nickel	mg/kg	7
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	1340
lanthanum	mg/kg	0,7
cerium	mg/kg	0,8
neodymium	mg/kg	0,8
europium	mg/kg	< 0,1

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150122
matrix		mobile battery 18,5 g
Lab ID		113001616
		as received
bisphenol A	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	2,43
PCB 28	mg/kg	0,51
PCB 52	mg/kg	1,0
PCB 101	mg/kg	0,47
PCB 118	mg/kg	0,28
PCB 153	mg/kg	0,08
PCB 138	mg/kg	0,08
PCB 180	mg/kg	0,01
arsenic	mg/kg	47
lead	mg/kg	220
cadmium	mg/kg	0,3
chromium	mg/kg	72
copper	mg/kg	148000
nickel	mg/kg	390
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	150
lanthanum	mg/kg	3,4
cerium	mg/kg	2,4
neodymium	mg/kg	49
europium	mg/kg	0,1

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150123
matrix		battery 17,4 g
Lab ID		113001617
		as received
bisphenol A	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	1,86
PCB 28	mg/kg	0,11
PCB 52	mg/kg	0,42
PCB 101	mg/kg	0,46
PCB 118	mg/kg	0,35
PCB 153	mg/kg	0,24
PCB 138	mg/kg	0,25
PCB 180	mg/kg	0,03
arsenic	mg/kg	26
lead	mg/kg	57
cadmium	mg/kg	0,3
chromium	mg/kg	3240
copper	mg/kg	97400
nickel	mg/kg	16700
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	600
lanthanum	mg/kg	1,5
cerium	mg/kg	15
neodymium	mg/kg	35
europium	mg/kg	0,5

Results**of solid phase test**

sample		439-2013-01150124
matrix		battery 26 g
Lab ID		113001618
		as received
bisphenol A	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,73
PCB 28	mg/kg	0,03
PCB 52	mg/kg	0,14
PCB 101	mg/kg	0,18
PCB 118	mg/kg	0,14
PCB 153	mg/kg	0,10
PCB 138	mg/kg	0,13
PCB 180	mg/kg	0,01
arsenic	mg/kg	73
lead	mg/kg	27
cadmium	mg/kg	0,2
chromium	mg/kg	110
copper	mg/kg	42700
nickel	mg/kg	4600
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	420
lanthanum	mg/kg	1,5
cerium	mg/kg	1,8
neodymium	mg/kg	240
europium	mg/kg	0,4

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150125
matrix		mobile phone with Board 66,5 g
Lab ID		113001619
		as received
decabromodiphenyl ether	mg/kg	630
heptabromodiphenyl ether	mg/kg	0,037
hexabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
hexabromocyclododecane	mg/kg	< 0,01
nonabromodiphenyl ether	mg/kg	10
octabromodiphenyl ether	mg/kg	0,25
pentabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
tetrabromobisphenol A	mg/kg	1,1
tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
bisphenol A	mg/kg	
nonylphenol	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,80
PCB 28	mg/kg	0,03
PCB 52	mg/kg	0,14
PCB 101	mg/kg	0,20
PCB 118	mg/kg	0,16
PCB 153	mg/kg	0,12
PCB 138	mg/kg	0,12
PCB 180	mg/kg	0,03
arsenic	mg/kg	82
lead	mg/kg	3500
cadmium	mg/kg	0,2
chromium	mg/kg	1960
copper	mg/kg	102000
nickel	mg/kg	10700
mercury	mg/kg	0,10
zinc	mg/kg	2700
lanthanum	mg/kg	5,4
cerium	mg/kg	6,8
neodymium	mg/kg	1470
europium	mg/kg	1,8

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150126
matrix		mobile phone with Board 80 g
Lab ID		113001620
		as received
decabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,1
heptabromodiphenyl ether	mg/kg	0,18
hexabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
hexabromocyclododecane	mg/kg	< 0,01
nonabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
octabromodiphenyl ether	mg/kg	0,014
pentabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
tetrabromobisphenol A	mg/kg	1,0
tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	< 0,01
bisphenol A	mg/kg	
nonylphenol	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,42
PCB 28	mg/kg	0,02
PCB 52	mg/kg	0,10
PCB 101	mg/kg	0,11
PCB 118	mg/kg	0,08
PCB 153	mg/kg	0,06
PCB 138	mg/kg	0,05
PCB 180	mg/kg	< 0,01
arsenic	mg/kg	23
lead	mg/kg	51
cadmium	mg/kg	0,2
chromium	mg/kg	1320
copper	mg/kg	140000
nickel	mg/kg	2340
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	21300
lanthanum	mg/kg	2,3
cerium	mg/kg	3,2
neodymium	mg/kg	29
europium	mg/kg	2,9

Results

of solid phase test

sample		439-2013-01150127
matrix		Plastic sleeve 15 g
Lab ID		113001621
		as received
bisphenol A	mg/kg	
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	1,06
PCB 28	mg/kg	0,05
PCB 52	mg/kg	0,20
PCB 101	mg/kg	0,27
PCB 118	mg/kg	0,21
PCB 153	mg/kg	0,15
PCB 138	mg/kg	0,16
PCB 180	mg/kg	0,02
arsenic	mg/kg	0,8
lead	mg/kg	6
cadmium	mg/kg	< 0,2
chromium	mg/kg	22
copper	mg/kg	24
nickel	mg/kg	22
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	200
lanthanum	mg/kg	1,2
cerium	mg/kg	2,1
neodymium	mg/kg	2,4
europium	mg/kg	0,3

Results**of solid phase test**

sample		439-2013-01150128
matrix		Plastic sleeve 6 g
Lab ID		113001622
		as received
polychlorinated biphenyls (PCB 7)	mg/kg	0,10
PCB 28	mg/kg	0,02
PCB 52	mg/kg	0,03
PCB 101	mg/kg	0,03
PCB 118	mg/kg	0,02
PCB 153	mg/kg	< 0,01
PCB 138	mg/kg	< 0,01
PCB 180	mg/kg	< 0,01
arsenic	mg/kg	< 0,8
lead	mg/kg	4
cadmium	mg/kg	< 0,2
chromium	mg/kg	6
copper	mg/kg	8
nickel	mg/kg	4
mercury	mg/kg	< 0,07
zinc	mg/kg	25
lanthanum	mg/kg	0,2
cerium	mg/kg	0,3
neodymium	mg/kg	0,3
europium	mg/kg	< 0,1

Norges Geologiske Undersøkelse NGU
Postboks 6315 Sluppen
7491 TRONDHEIM
Attn: **Belinda Flem**

AR-12-MM-020150-01**EUNOMO-00065270**

Prøvemottak: 19.11.2012

Temperatur:

Analyseperiode: 19.11.2012-29.11.2012

Referanse: EE-Avfall

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2012-11190016	Prøvetakingsdato: 23.10.2012					
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver					
Prøvemerkning: R1	Analysestartdato: 19.11.2012					
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Arsen (As)	6.2	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Bly (Pb)	240	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	2	
b) Kadmium (Cd)	240	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.2	
b) Krom (Cr)	35	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kobber (Cu)	18200	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Nikkel (Ni)	50	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kvikksølv (Hg)	2.1	mg/kg tv		EN 1483	0.06	
b) Sink (Zn)	1160	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b)* Totalt tørrstoff						
b)* Total tørrstoff	99.7	% (w/w)		EN 14346	0.1	
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	18	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	0.080	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	0.23	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	3.9	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	0.58	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	0.92	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	7.9	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	0.35	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	0.6	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	0.25	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	0.09	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	0.04	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	0.07	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	0.08	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	1.13	mg/kg tv		EN 15308		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Løndre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11190017	Prøvetakingsdato:	23.10.2012			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	R2	Analysestartdato:	19.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Arsen (As)	9.7	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Bly (Pb)	1400	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	2	
b) Kadmium (Cd)	33	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.2	
b) Krom (Cr)	120	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kobber (Cu)	3060	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Nikkel (Ni)	240	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kvikksølv (Hg)	4.5	mg/kg tv		EN 1483	0.06	
b) Sink (Zn)	3880	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b)* Totalt tørrstoff						
b)* Total tørrstoff	97.3	% (w/w)		EN 14346	0.1	
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	113	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	0.18	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	0.48	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	4.0	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	0.96	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	4.3	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	4.7	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	1.4	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	2.6	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	0.9	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	0.38	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	0.21	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	0.33	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	0.12	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	0.36	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	4.85	mg/kg tv		EN 15308		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: 439-2012-11190018	Prøvetakingsdato: 23.10.2012
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: R3	Analysestartdato: 19.11.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
b) Arsen (As)	2.5 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.8
b) Bly (Pb)	360 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 2
b) Kadmium (Cd)	19 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.2
b) Krom (Cr)	56 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kobber (Cu)	3530 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Nikkel (Ni)	82 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kvikksølv (Hg)	7.4 mg/kg tv EN 1483 0.06
b) Sink (Zn)	960 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b)* Totalt tørrstoff	
b)* Total tørrstoff	99.4 % (w/w) EN 14346 0.1
b)* Diverste test	
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg Manuell innlegging/vedlegg
a) PBDE (polybromerte difenyletere)	
a) Dekabromdifenyleter	352 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromdifenyleter	0.42 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heptabromdifenyleter	0.66 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Nonabromdifenyleter	5.5 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Oktabromdifenyleter	0.75 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Pentabromdifenyleter	6.7 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	7.8 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabromdifenyleter	3.7 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
b) PCB(7)	
b) PCB 28	1.3 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 52	0.56 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 101	0.17 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 153	0.08 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 138	0.12 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 180	0.04 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 118	0.15 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) Sum 7 PCB	2.41 mg/kg tv EN 15308

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11190019	Prøvetakingsdato:	23.10.2012			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	R4	Analysestartdato:	19.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b)* Totalt tørrstoff						
b)* Total tørrstoff	98.5	% (w/w)		EN 14346	0.1	
b)* Diverseste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg			Manuell innlegging/vedlegg		
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	1620	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	1.8	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	3.7	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	22	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	3.4	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	37	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	599	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	12	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	4.1	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	1.5	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	0.49	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	0.23	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	0.34	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	0.11	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	0.04	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	6.81	mg/kg tv		EN 15308		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: 439-2012-11190020	Prøvetakingsdato: 23.10.2012					
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver					
Prøvemerkning: R5	Analysestartdato: 19.11.2012					
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Arsen (As)	21	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Bly (Pb)	3960	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	2	
b) Kadmium (Cd)	170	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.2	
b) Krom (Cr)	220	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kobber (Cu)	5050	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Nikkel (Ni)	540	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kvikksølv (Hg)	3.2	mg/kg tv		EN 1483	0.06	
b) Sink (Zn)	8520	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b)* Totalt tørrstoff						
b)* Total tørrstoff	98.9	% (w/w)		EN 14346	0.1	
b)* Diverste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg			Manuell innlegging/vedlegg		
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	28300	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	799	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	212	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	1820	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	253	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	13100	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	27.0	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	8900	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	8.2	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	3.5	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	1.1	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	0.44	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	0.77	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	0.22	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	0.86	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	15.1	mg/kg tv		EN 15308		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: 439-2012-11190021	Prøvetakingsdato: 23.10.2012
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: R6	Analysestartdato: 19.11.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
b) Arsen (As)	23 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.8
b) Bly (Pb)	3540 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 2
b) Kadmium (Cd)	190 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.2
b) Krom (Cr)	410 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kobber (Cu)	3570 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Nikkel (Ni)	1080 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kvikksølv (Hg)	7.3 mg/kg tv EN 1483 0.06
b) Sink (Zn)	16100 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b)* Totalt tørrstoff	
b)* Total tørrstoff	99 % (w/w) EN 14346 0.1
b)* Diverste test	
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg Manuell innlegging/vedlegg
a) PBDE (polybromerte difenyletere)	
a) Dekabromdifenyleter	232 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromdifenyleter	0.39 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heptabromdifenyleter	2.4 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Nonabromdifenyleter	2.7 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Oktabromdifenyleter	1.0 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Pentabromdifenyleter	7.8 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	141 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabromdifenyleter	4.1 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
b) PCB(7)	
b) PCB 28	4.1 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 52	1.7 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 101	0.58 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 153	0.25 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 138	0.39 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 180	0.14 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 118	0.48 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) Sum 7 PCB	7.7 mg/kg tv EN 15308

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11190022	Prøvetakingsdato:	23.10.2012			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	R7	Analysestartdato:	19.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Arsen (As)	7.6	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Bly (Pb)	920	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	2	
b) Kadmium (Cd)	29	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	0.2	
b) Krom (Cr)	130	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kobber (Cu)	4750	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Nikkel (Ni)	1150	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kvikksølv (Hg)	3.6	mg/kg tv		EN 1483	0.06	
b) Sink (Zn)	4910	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
b)* Totalt tørrstoff						
b)* Total tørrstoff	99.8	% (w/w)		EN 14346	0.1	
b)* Diverste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg			Manuell innlegging/vedlegg		

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-11190023	Prøvetakingsdato:	23.10.2012			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	R8	Analysestartdato:	19.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b)* Totalt tørrstoff						
b)* Total tørrstoff	99.7	% (w/w)		EN 14346	0.1	
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	381	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	3.4	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	2.1	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	8.8	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	1.7	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	120	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	94	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	23	mg/kg TS		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	<0.01	mg/kg tv		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	<0.01	mg/kg tv		EN 15308		
Merknader:						
Pga. lite prøvemengde er ikke prøven analysert for Bisfenol A og tungmetaller.						

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: 439-2012-11190024	Prøvetakingsdato: 23.10.2012
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: S1	Analysestartdato: 19.11.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
b) Arsen (As)	1 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.8
b) Bly (Pb)	16300 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 2
b) Kadmium (Cd)	330 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.2
b) Krom (Cr)	23 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kobber (Cu)	49 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Nikkel (Ni)	130 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kvikksølv (Hg)	1.7 mg/kg tv EN 1483 0.06
b) Sink (Zn)	35500 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b)* Totalt tørrstoff	
b)* Total tørrstoff	99.8 % (w/w) EN 14346 0.1
b)* Diverste test	
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg Manuell innlegging/vedlegg
a) PBDE (polybromerte difenyletere)	
a) Dekabromdifenyleter	15 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromdifenyleter	<0.01 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heptabromdifenyleter	0.18 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Nonabromdifenyleter	<0.01 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Oktabromdifenyleter	<0.01 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Pentabromdifenyleter	0.22 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	1900 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabromdifenyleter	0.15 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
b) PCB(7)	
b) PCB 28	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 52	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 101	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 153	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 138	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 180	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 118	<0.01 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) Sum 7 PCB	<0.01 mg/kg tv EN 15308

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: 439-2012-11190025	Prøvetakingsdato: 23.10.2012
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: S2-S5	Analysestartdato: 19.11.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
b) Arsen (As)	36 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.8
b) Bly (Pb)	4900 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 2
b) Kadmium (Cd)	99 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 0.2
b) Krom (Cr)	280 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kobber (Cu)	1540 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Nikkel (Ni)	460 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b) Kvikksølv (Hg)	17 mg/kg tv EN 1483 0.06
b) Sink (Zn)	10800 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
b)* Totalt tørrstoff	
b)* Total tørrstoff	98.4 % (w/w) EN 14346 0.1
b)* Diverste test	
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg Manuell innlegging/vedlegg
a) PBDE (polybromerte difenyletere)	
a) Dekabromdifenyleter	71 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromdifenyleter	2.4 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.1 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heptabromdifenyleter	3.6 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Nonabromdifenyleter	2.0 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Oktabromdifenyleter	1.3 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Pentabromdifenyleter	2.3 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	1730 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabromdifenyleter	1.3 mg/kg TS LLE / GC/MS/NCI 0.01
b) PCB(7)	
b) PCB 28	1 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 52	0.54 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 101	0.4 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 153	0.21 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 138	0.39 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 180	0.08 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) PCB 118	0.39 mg/kg tv EN 15308 0.01
b) Sum 7 PCB	3.02 mg/kg tv EN 15308

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN/EN ISO/IEC 17025, AKS -PL-21109, SOFIA (Berlin), Rudower Chaussee 29, D-12489, Berlin

b)* Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Kopi til:

Elise Hermo Rusti (rusti@stud.ntnu.no)

Janne Yttermo Blomli (blomli@stud.ntnu.no)

Rolf Tore Ottesen (Rolf.Ottesen@ngu.no)

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Moss 29.11.2012

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Norges Geologiske Undersøkelse NGU
Postboks 6315 Sluppen
7491 TRONDHEIM
Attn: **Belinda Flem**

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Moss)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40
miljo@eurofins.no

AR-12-MM-006313-01



EUNOMO-00051617

Prøvemottak: 13.04.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 13.04.2012-02.05.2012
Referanse: Prosjekt 345400
12/0047-23

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-04130282	Prøvetakingsdato:	11.04.2012		
Prøvetype:	Andre faste matriser	Prøvetaker:	Belinda Flem		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	13.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) PBDE (polybromerte difenyletere)					
2,2',4-TriBDE (BDE-17)	< 28.9	µg/kg		Internal Method	0
2,4,4'-TriBDE (BDE-28)	< 28.9	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	< 40.7	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	< 40.7	µg/kg		Internal Method	0
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	< 40.7	µg/kg		Internal Method	0
2,3',4',6-TetraBDE (BDE-71)	< 40.7	µg/kg		Internal Method	0
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	< 40.7	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	< 90.3	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',5-PentaBDE (BDE-99)	< 90.3	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',6-PentaBDE (BDE-100)	< 90.3	µg/kg		Internal Method	0
2,3',4,4',6-PentaBDE (BDE-119)	< 90.3	µg/kg		Internal Method	0
3,3',4,4',5-PentaBDE (BDE-126)	< 90.3	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,4,4',5'-HeksaBDE (BDE-138)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',5,5'-HeksaBDE (BDE-153)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',5,6'-HeksaBDE (BDE-154)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
2,3,3',4,4',5-HeksaBDE (BDE-156)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,4,4',5,5',6-OktaBDE (BDE-196)	< 271	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,3',4,4',6,6'-OktaBDE (BDE-197)	< 271	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonaBDE (BDE-206)	< 542	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	< 542	µg/kg		Internal Method	0
DekaBDE (BDE-209)	9740	µg/kg		Internal Method	0
a) Heksabromsyklododekan HBCD (alfa, beta, gamma)	< 27.1	µg/kg		Internal Method	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	< 452	µg/kg		Internal Method	
a) PBDE (polybromerte difenyletere)					
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
2,3,3',4,4',5',6-HeptaBDE (BDE-191)	< 163	µg/kg		Internal Method	0
sum HeptaBDEs (inkl. LOQ)	488	µg/kg		Internal Method	
Sum BDE (eksl. LOQ)	9740	µg/kg		Internal Method	
Sum BDE (inkl. LOQ)	13200	µg/kg		Internal Method	
sum HeptaBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum HexaBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum HexaBDEs (inkl. LOQ)	650	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed NonaBDEs (excl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed NonaBDEs (incl. LOQ)	1080	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed OctaBDEs (excl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed OctaBDEs (incl. LOQ)	542	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed TriBDEs (excl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed TriBDEs (incl. LOQ)	57.8	µg/kg		Internal Method	
sum PentaBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum PentaBDEs (inkl. LOQ)	452	µg/kg		Internal Method	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



sum TetraBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg	Internal Method	
sum TetraBDEs (inkl. LOQ)	203	µg/kg	Internal Method	
a) Bisfenol A (BPA)	6300	µg/kg	Internal Method	1
* PCB 7				
PCB 28	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	
Merknader: PCB kromatogram viser at det er BTEX i prøven.				

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-04130283	Prøvetakingsdato:	11.04.2012		
Prøvetype:	Andre faste matriser	Prøvetaker:	Belinda Flem		
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	13.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) PBDE (polybromerte difenyletere)					
2,2',4-TriBDE (BDE-17)	< 25.2	µg/kg		Internal Method	0
2,4,4'-TriBDE (BDE-28)	< 25.2	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	< 42.0	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	< 42.0	µg/kg		Internal Method	0
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	< 42.0	µg/kg		Internal Method	0
2,3',4',6-TetraBDE (BDE-71)	< 42.0	µg/kg		Internal Method	0
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	< 42.0	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	< 58.8	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',5-PentaBDE (BDE-99)	< 58.8	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',6-PentaBDE (BDE-100)	< 58.8	µg/kg		Internal Method	0
2,3',4,4',6-PentaBDE (BDE-119)	< 58.8	µg/kg		Internal Method	0
3,3',4,4',5-PentaBDE (BDE-126)	< 58.8	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,4,4',5'-HeksaBDE (BDE-138)	< 143	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',5,5'-HeksaBDE (BDE-153)	< 143	µg/kg		Internal Method	0
2,2',4,4',5,6'-HeksaBDE (BDE-154)	< 143	µg/kg		Internal Method	0
2,3,3',4,4',5-HeksaBDE (BDE-156)	< 143	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	< 126	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,4,4',5,5',6-OktaBDE (BDE-196)	< 252	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,3',4,4',6,6'-OktaBDE (BDE-197)	< 252	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonaBDE (BDE-206)	< 504	µg/kg		Internal Method	0
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	< 504	µg/kg		Internal Method	0
DekaBDE (BDE-209)	< 1260	µg/kg		Internal Method	0
a) Heksabromsyklododekan HBCD (alfa, beta, gamma)	< 25.2	µg/kg		Internal Method	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	< 420	µg/kg		Internal Method	
a) PBDE (polybromerte difenyletere)					
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184)	< 126	µg/kg		Internal Method	0
2,3,3',4,4',5',6-HeptaBDE (BDE-191)	< 126	µg/kg		Internal Method	0
sum HeptaBDEs (inkl. LOQ)	378	µg/kg		Internal Method	
Sum BDE (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
Sum BDE (inkl. LOQ)	4280	µg/kg		Internal Method	
sum HeptaBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum HexaBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum HexaBDEs (inkl. LOQ)	571	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed NonaBDEs (excl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed NonaBDEs (inkl. LOQ)	1010	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed OctaBDEs (excl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed OctaBDEs (inkl. LOQ)	504	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed TriBDEs (excl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum of analysed TriBDEs (inkl. LOQ)	50.4	µg/kg		Internal Method	
sum PentaBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg		Internal Method	
sum PentaBDEs (inkl. LOQ)	294	µg/kg		Internal Method	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



sum TetraBDEs (eksl. LOQ)	ND	µg/kg	Internal Method	
sum TetraBDEs (inkl. LOQ)	210	µg/kg	Internal Method	
a) Bisfenol A (BPA)	5160	µg/kg	Internal Method	1
* PCB 7				
PCB 28	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg	ISO/DIS 16703-Mod	

Merknader:

PCB kromatogram viser at det er BTEX i prøven.

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

Moss 02.05.2012

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Quality Analysis ...



Innovative Technologies

Date Submitted: 11-Apr-12
Invoice No.: A12-03848
Invoice Date: 22-May-12
Your Reference: 345400

Geological Survey of Norway
Postboks 6315 Sluppen
Trondheim N-7491
Norway

ATTN: Belinda Flem

CERTIFICATE OF ANALYSIS

2 Pulp samples were submitted for analysis.

The following analytical packages were requested: Code 1C-OES Fire Assay ICPOES
Code UT-7 Sodium Peroxide Fusion(ICP & ICPMS)

REPORT **A12-03848**

This report may be reproduced without our consent. If only selected portions of the report are reproduced, permission must be obtained. If no instructions were given at time of sample submittal regarding excess material, it will be discarded within 90 days of this report. Our liability is limited solely to the analytical cost of these analyses. Test results are representative only of material submitted for analysis.

Notes:

Footnote: samples were not homogenous

CERTIFIED BY :

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Emmanuel Esemé , Ph.D.
Quality Control

ACTIVATION LABORATORIES LTD.

1336 Sandhill Drive, Ancaster, Ontario Canada L9G 4V5 TELEPHONE +1.905.648.9611 or
+1.888.228.5227 FAX +1.905.648.9613
E-MAIL Ancaster@actlabs.com ACTLABS GROUP WEBSITE www.actlabs.com



Activation Laboratories Ltd.

Report: A12-03848

Analyte Symbol	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	La	Li	Mn
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	10	5	10	3	3	2	2	0.8	0.2	30	0.1	2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.7	10	0.2	0.2	0.4	3	3
Analysis Method	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	
1	1270	41	1990	3340	< 3	71	< 2	6.7	202	19100	0.7	335000	1.9	0.2	< 0.1	6.6	1.5	2.8	< 10	0.8	< 0.2	7.5	8	3140
2	360	35	2990	2830	< 3	266	< 2	8.3	145	12800	1.2	341000	4.1	0.2	< 0.1	6.0	0.7	< 0.7	< 10	< 0.2	< 0.2	8.4	14	646

Activation Laboratories Ltd.

Report: A12-03848

Analyte Symbol	Mo	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	1	2.4	0.4	10	0.8	0.1	0.4	2	0.8	0.1	0.5	3	0.2	0.1	6	0.1	0.1	0.1	0.1	5	0.7	0.1	0.1	30
Analysis Method	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	FUS-MS- Na2O2	
1	316	23.0	38.7	28400	19300	4.4	1.4	461	216	1.2	28900	203	8010	< 0.1	< 6	1.4	0.2	< 0.1	1.5	110	1180	2.8	0.3	63700
2	106	20.5	11.8	12300	1600	2.6	1.6	549	118	5.7	7630	246	5.7	< 0.1	< 6	1.9	< 0.1	< 0.1	0.4	86	658	2.1	0.3	2810

Analyte Symbol	Al	Ca	Fe	K	Mg	P	S	Si	Ti	Au	Pd	Pt
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppb	ppb	ppb
Detection Limit	0.01	0.01	0.05	0.1	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	2	5	5
Analysis Method	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FA-ICP	FA-ICP	FA-ICP
1	1.54	1.83	8.62	< 0.1	2.42	0.158	0.10	5.73	0.14	1210000	116000	4830
2	2.09	2.58	6.22	< 0.1	0.25	0.293	0.10	10.1	0.15	1360000	131000	6350

Quality Control

Analyte Symbol	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	La	Li	Mn
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	10	5	10	3	3	2	2	0.8	0.2	30	0.1	2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.7	10	0.2	0.2	0.4	3	3
Analysis Method	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2
GXR-1 Meas	40		< 10		< 3	1500			7.5	< 30	2.6	1150	4.6		0.6	12.6	3.8		< 10		0.8	6.8	7	806
GXR-1 Cert	31.0		15.0		1.22	1380			8.20	12.0	3.00	1110	4.30		0.690	13.8	4.20		0.960		0.770	7.50	8.20	852
GXR-4 Meas	< 10	106	< 10	1470	< 3	18	< 2	101	13.7	70	2.3	6630	2.4			18.4			< 10		0.2		11	140
GXR-4 Cert	4.00	98.0	4.50	1640	1.90	19.0	0.860	102	14.6	64.0	2.80	6520	2.60			20.0			6.30		0.270		11.1	155
KC-1A Meas	1480	370										5990												
KC-1A Cert	1670	400										6290												
CDN-PGMS-9 Meas																								
CDN-PGMS-9 Cert																								
NIST 696 Meas										290														
NIST 696 Cert										321														
NCS DC70018 Meas	10	16				62			9.0			322				16.3							27	
NCS DC70018 Cert	7.50	18.8				66.8			9.80			310				15.0							29.0	
OREAS 134b (Fusion) Meas	210	234		1440			546		107			1290												
OREAS 134b (Fusion) Cert	206	224		1423			569		104			1340												
MP-1b Meas	50	22600				905	459					29500									533			
MP-1b Cert	47.0	23000.00				954.0000	527.0000					30690.000									565			
CCu-1d Meas	110											223000												
CCu-1d Cert	120.7											239300.00												
1 Orig	450	47	1640	1960	< 3	93	< 2	4.4	148	11500	0.5	420000	1.9	0.1	< 0.1	5.1	2.1	3.7	< 10	0.9	< 0.2	8.6	5	4440
1 Dup	2090	35	2340	4710	9	50	< 2	9.0	256	26600	0.9	249000	1.9	0.2	< 0.1	8.1	0.9	1.9	< 10	0.7	< 0.2	6.4	10	1830
2 Orig	250	31	3370	3700	< 3	25	< 2	9.5	197	16200	1.5	351000	6.6	0.2	< 0.1	7.7	0.7	< 0.7	< 10	< 0.2	< 0.2	6.7	14	685
2 Dup	460	39	2620	1970	< 3	508	< 2	7.1	92.5	9360	0.8	331000	1.6	0.1	< 0.1	4.3	0.8	< 0.7	< 10	< 0.2	< 0.2	10.1	14	608
Method Blank	< 10	< 5	< 10	< 3	< 3	< 2	< 2	< 0.8	< 0.2	< 30	< 0.1	< 2	< 0.3	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.1	< 0.7	< 10	< 0.2	< 0.2	< 0.4	< 3	< 3

Quality Control																									
Analyte Symbol	Mo	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Detection Limit	1	2.4	0.4	10	0.8	0.1	0.4	2	0.8	0.1	0.5	3	0.2	0.1	6	0.1	0.1	0.1	0.1	5	0.7	0.1	0.1	30	
Analysis Method	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	FUS-MS-Na2O2	
GXR-1 Meas		< 2.4			742			112	17.2	2.8	48.4	251	0.3	0.7	14	2.3	0.4	0.4	31.7	78	156		2.1	780	
GXR-1 Cert		0.800			730			122	16.6	2.70	54.0	275	0.175	0.830	13.0	2.44	0.390	0.430	34.9	80.0	164		1.90	760	
GXR-4 Meas	301	9.7	40.6	40			141	5	5.5	6.0	5.9	202	0.8	0.5	< 6	20.5	3.0	0.2	5.7	94		12.9	1.1	80	
GXR-4 Cert	310	10.0	45.0	42.0			160	4.80	5.60	6.60	5.60	221	0.790	0.360	0.970	22.5	3.20	0.210	6.20	87.0		14.0	1.60	73.0	
KC-1A Meas								89			5490													334000	
KC-1A Cert								100			6100													347000	
CDN-PGMS-9 Meas																									
CDN-PGMS-9 Cert																									
NIST 696 Meas																									
NIST 696 Cert																									
NCS DC70018 Meas	48600	25.0			1780			8			14.9				< 6					56.7				230	
NCS DC70018 Cert	51700	27.0			2000			8.1			10.000				3.1					50.000				240	
OREAS 134b (Fusion) Meas					118000			113																171000	
OREAS 134b (Fusion) Cert					132000.00			111																181200.00	
MP-1b Meas	262				19100						14500									1200				157000	
MP-1b Cert	285				20910.000						16100.000									1100.000				166700.00	
CCu-1d Meas					2400																			25100	
CCu-1d Cert					2620.000																			26300.00	
1 Orig	136	11.1	62.1	26200	9960	6.1	0.7	388	137	1.0	11700	164	16000	< 0.1	< 6	1.0	0.3	< 0.1	0.4	82	15.2	2.6	0.2	112000	
1 Dup	497	34.9	15.4	30500	28700	2.7	2.0	535	294	1.3	46000	242	12.7	< 0.1	< 6	1.9	0.1	< 0.1	2.6	138	2350	2.9	0.4	15500	
2 Orig	153	22.7	8.4	10600	882	1.7	1.8	93	148	6.3	7130	288	5.3	0.1	< 6	2.2	< 0.1	< 0.1	0.4	122	74.4	2.2	0.3	250	
2 Dup	59	18.3	15.2	13900	2320	3.5	1.4	1010	87.4	5.0	8140	203	6.0	< 0.1	< 6	1.7	< 0.1	< 0.1	0.5	50	1240	2.0	0.2	5370	
Method Blank	< 1	< 2.4	< 0.4	< 10	< 0.8	< 0.1	< 0.4	< 2	< 0.8	< 0.1	< 0.5	< 3	< 0.2	< 0.1	< 6	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 5	< 0.7	< 0.1	< 0.1	< 30	

Quality Control												
Analyte Symbol	Al	Ca	Fe	K	Mg	P	S	Si	Ti	Au	Pd	Pt
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppb	ppb	ppb
Detection Limit	0.01	0.01	0.05	0.1	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	2	5	5
Analysis Method	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FUS- Na2O2	FA-ICP	FA-ICP	FA-ICP
GXR-1 Meas	3.56	0.87	25.8	< 0.1	0.22							
GXR-1 Cert	3.52	0.960	23.6	0.050	0.217							
GXR-4 Meas	7.25	0.98	3.12	4.1	1.71	0.126	1.79					
GXR-4 Cert	7.20	1.01	3.09	4.01	1.66	0.120	1.77					
KC-1A Meas			10.5									
KC-1A Cert			10.9									
CDN-PGMS-9 Meas										956	2600	790
CDN-PGMS-9 Cert										1040	2600	710
NIST 696 Meas	> 25.0											
NIST 696 Cert	28.9											
NCS DC70018 Meas												
NCS DC70018 Cert												
OREAS 134b (Fusion) Meas			12.0				20.7					
OREAS 134b (Fusion) Cert			12.69				20.74					
MP-1b Meas		2.57	7.87		< 0.01		13.6	17.0				
MP-1b Cert		2.47	8.19		0.024		13.79	16.79				
CCu-1d Meas												
CCu-1d Cert												
1 Orig	1.15	1.42	5.29	< 0.1	1.91	0.149	0.11	5.19	0.06			
1 Dup	1.92	2.24	12.0	< 0.1	2.93	0.166	0.09	6.27	0.22			
2 Orig	2.10	2.99	6.64	< 0.1	0.37	0.300	0.11	7.30	0.15			
2 Dup	2.07	2.17	5.79	< 0.1	0.13	0.287	0.08	12.9	0.14			
Method Blank	< 0.01	0.03	< 0.05	< 0.1	< 0.01	< 0.005	< 0.01	0.02	< 0.01			

Norges Geologiske Undersøkelse NGU

Leiv Eirikssons vei 39

7491 TRONDHEIM

Attn: Rolf Tore Ottesen

AR-13-MM-003671-01**EUNOMO-00070169**

Prøvemottak: 19.02.2013

Temperatur:

Analyseperiode: 19.02.2013-07.03.2013

Referanse: EE-Avfall

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2013-02200001	Prøvetakingsdato: 19.02.2013
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: 23 (mobil telefon)	Analysestartdato: 19.02.2013
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
b) Arsen (As)	11 mg/kg NS EN ISO 17294-2 0.8
b) Bly (Pb)	34 mg/kg NS EN ISO 17294-2 2
b) Kadmium (Cd)	<0.2 mg/kg NS EN ISO 17294-2 0.2
b) Krom (Cr)	55700 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b) Kobber (Cu)	120000 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b) Nikkel (Ni)	33400 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b) Kvikksølv (Hg)	<0.07 mg/kg EN 1483 0.06
b) Sink (Zn)	7960 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b)* Diverseste test	
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg Manuell innlegging/vedlegg
a) PBDE (polybromerte difenyletere)	
a) Dekabromdifenyleter	<0.1 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heptabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Nonabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Oktabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Pentabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	0.170 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
b) PCB(7)	
b) PCB 28	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 52	0.018 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 101	0.018 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 153	0.029 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 138	0.046 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 180	0.016 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 118	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) Sum 7 PCB	0.13 mg/kg EN 15308

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-02200002	Prøvetakingsdato:	19.02.2013			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	24 (mobil batteri)	Analysestartdato:	19.02.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Arsen (As)	46.1	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Bly (Pb)	91	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	2	
b) Kadmium (Cd)	<0.2	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	0.2	
b) Krom (Cr)	92	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kobber (Cu)	59200	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Nikkel (Ni)	6570	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kvikksølv (Hg)	<0.07	mg/kg		EN 1483	0.06	
b) Sink (Zn)	370	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b)* Diverste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg			Manuell innlegging/vedlegg		
b) PCB(7)						
b) PCB 28	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	0.013	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	0.018	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	0.03	mg/kg		EN 15308		
Merknader:						
Det var dessverre ikke nok materiale til å utføre analyse for bromerte flammehemmere						

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) DIN EN ISO/IEC 17025, AKS -PL-21109, SOFIA (Berlin), Rudower Chaussee 29, D-12489, Berlin
b)* Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke
b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Moss 07.03.2013



Inger Marie Johansen

Laboratorie Ingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Norges Geologiske Undersøkelse NGU

Leiv Eirikssons vei 39

7491 TRONDHEIM

Attn: Rolf Tore Ottesen

AR-13-MM-003672-01**EUNOMO-00070178**

Prøvemottak: 20.02.2013

Temperatur:

Analyseperiode: 20.02.2013-07.03.2013

Referanse: EE-Avfall

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2013-02200035	Prøvetakingsdato: 19.02.2013
Prøvetype: Avfall	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Prøve 25	Analysestartdato: 20.02.2013
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
b) Arsen (As)	5 mg/kg NS EN ISO 17294-2 0.8
b) Bly (Pb)	3220 mg/kg NS EN ISO 17294-2 2
b) Kadmium (Cd)	1.4 mg/kg NS EN ISO 17294-2 0.2
b) Krom (Cr)	19800 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b) Kobber (Cu)	214000 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b) Nikkel (Ni)	383000 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b) Kvikksølv (Hg)	<0.07 mg/kg EN 1483 0.06
b) Sink (Zn)	43100 mg/kg NS EN ISO 17294-2 1
b)* Diverseste test	
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg Manuell innlegging/vedlegg
a) PBDE (polybromerte difenyletere)	
a) Dekabromdifenyleter	<0.1 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Heptabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Nonabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Oktabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Pentabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	0.71 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
a) Tetrabromdifenyleter	<0.01 mg/kg LLE / GC/MS/NCI 0.01
b) PCB(7)	
b) PCB 28	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 52	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 101	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 153	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 138	0.011 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 180	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) PCB 118	<0.01 mg/kg EN 15308 0.01
b) Sum 7 PCB	0.01 mg/kg EN 15308

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-02200036	Prøvetakingsdato:	19.02.2013			
Prøvetype:	Avfall	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Prøve 26	Analysestartdato:	20.02.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Arsen (As)	22.4	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Bly (Pb)	10	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	2	
b) Kadmium (Cd)	<0.2	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	0.2	
b) Krom (Cr)	94300	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kobber (Cu)	41700	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Nikkel (Ni)	9100	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b) Kvikksølv (Hg)	<0.07	mg/kg		EN 1483	0.06	
b) Sink (Zn)	170	mg/kg		NS EN ISO 17294-2	1	
b)* Diverste test						
b)* Spesialanalyse	Se vedlegg			Manuell innlegging/vedlegg		
a) PBDE (polybromerte difenyletere)						
a) Dekabromdifenyleter	0.14	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromdifenyleter	<0.01	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.01	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Heptabromdifenyleter	<0.01	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Nonabromdifenyleter	0.012	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Oktabromdifenyleter	<0.01	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Pentabromdifenyleter	<0.01	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	0.14	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
a) Tetrabromdifenyleter	<0.01	mg/kg		LLE / GC/MS/NCI	0.01	
b) PCB(7)						
b) PCB 28	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 52	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 101	0.017	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 153	0.026	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 138	0.029	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 180	0.014	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) PCB 118	<0.01	mg/kg		EN 15308	0.01	
b) Sum 7 PCB	0.09	mg/kg		EN 15308		
Merknader:						
Det var dessverre ikke nok prøvemateriale til å utføre Bisfenol A på denne prøven						

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) DIN EN ISO/IEC 17025, AKS -PL-21109, SOFIA (Berlin), Rudower Chaussee 29, D-12489, Berlin
b)* Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke
b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Moss 07.03.2013

Inger Marie Johansen

Laboratorie Ingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).